

**EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN DE UN  
PROYECTO MINERO DE GRAVAS COMO SUBPRODUCTO  
ASOCIADO A LA EXPLOTACIÓN DE ORO**

**Presentado por:**

**JUAN DAVID RENDÓN ECHEVERRI**

**Trabajo de Grado para optar al título de:**

**MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN - MBA**

**Director**

**JOSÉ ALEJANDRO CANO ARENAS**

**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN**

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN - MBA**

**MEDELLÍN**

**2020**

## Tabla de Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	CONTEXTUALIZACIÓN.....	9
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA MINEROS S.A.....	9
2.2	GENERALIDADES DE LA REGIÓN DEL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO ...	12
2.2.1	Actividad Minera de Agregados en Antioquia .....	13
2.3	JUSTIFICACIÓN .....	13
3.	OBJETIVOS .....	15
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
3.3	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	15
4.	MARCO TEÓRICO .....	18
4.1	LOGÍSTICA Y GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO EN EMPRESAS DEL SECTOR MINERO .....	18
4.1.1	Logística de la operación .....	20
4.1.2	Logística de Producción .....	20
4.1.3	Logística de Distribución .....	21
4.1.4	Logística Inversa.....	22
4.1.5	Planeación estratégica, táctica y operacional .....	25
4.2	AGREGADOS PÉTREOS .....	28
4.2.1	Tipos De Agregados Pétreos .....	28
4.2.2	Propiedades de los Agregados Pétreos .....	30
4.2.3	Consideraciones Acerca del Empleo de los Agregados Pétreos.....	32
4.2.4	Aplicaciones de los Agregados Pétreos.....	33
4.2.5	Génesis de los depósitos de agregados pétreos .....	33
5.	METODOLOGÍA.....	36
5.1	PROCESO PRODUCTIVO.....	37
5.2	SOSTENIBILIDAD.....	37
5.3	LOGÍSTICA .....	38
5.4	SUBPRODUCTOS .....	38
5.5	IMPACTO SOCIAL .....	38
6.	RESULTADOS .....	39

6.1	EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS .....	39
6.2	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DEL BENEFICIO DE ORO Y AGREGADOS .....	46
6.2.1	Proceso de trituración .....	46
6.2.2	Proceso de clasificación.....	47
	Clasificación previa a trituración y concentración gravimétrica .....	47
	Clasificación posterior a trituración .....	47
6.2.3	Proceso de concentración gravimétrica o lavado .....	49
6.3	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.....	51
6.3.1	Protocolo de muestreo .....	51
6.3.2	Resultados de Laboratorio .....	54
6.4	PLAN FINANCIERO .....	55
6.4.1	Variables Económicas .....	55
6.4.2	Inversiones.....	56
6.4.3	Egresos del proyecto.....	59
6.4.4	Ingresos del Proyecto .....	61
6.4.5	Plan de Amortización .....	63
6.4.6	Estado de Resultados .....	64
6.4.7	Flujo de Caja.....	65
6.4.8	Punto de Equilibrio.....	67
6.5	ORGANIGRAMA EMPRESARIAL .....	67
6.6	VIABILIDAD SOCIAL .....	71
6.7	VIABILIDAD AMBIENTAL .....	72
7.	CONCLUSIONES.....	74
	REFERENCIAS .....	76

## Lista de Tablas

Tabla 1. Producción de Agregados Pétreos en Antioquia. Fuente: Contraloría General de Antioquia 2011 .....	13
Tabla 2. Objetivos del Proyecto .....	16
Tabla 3. Indicadores de inventario. ....	26
Tabla 4. Propiedades físicas de los agregados pétreos .....	30
Tabla 5. Metodologías para el desarrollo de objetivos.....	36
Tabla 6. Coordenadas área de interés 1 para la explotación de agregados.....	40
Tabla 7. Coordenadas área de interés 2 para la explotación de agregados.....	43
Tabla 8. Recursos de materiales pétreos en cargueros antiguos.....	44
Tabla 9. Localización y peso de muestras tomadas.....	53
Tabla 10. Variables Económicas Principales .....	55
Tabla 11. Inversión Inicial .....	56
Tabla 12. Egresos del Proyecto .....	60
Tabla 13. Ingresos del Proyecto .....	62
Tabla 14. Plan de amortización .....	64
Tabla 15. Estado de Resultados.....	64
Tabla 16. Flujo de Caja .....	65
Tabla 17. Variables Financieras.....	66
Tabla 18. Punto de Equilibrio Primer Año.....	67

## Lista de Figuras

Figura 1. Esquema Simplificado de Red Logística. Imagen basada en Carro y Gonzales, 2013.....	19
Figura 2. Ciclo de Vida de un Producto. Imagen basada en Cabreza, 2012 .....	23
Figura 3. Ciclo de Vida de un Producto, Responsabilidad del Productor. Imagen basada en Cabreza, 2012.....	24
Figura 4. . Área de interés 1 para la explotación de agregados pétreos. Fuente: Mineros S.A 2016	42
Figura 5. Área de interés 2 para la explotación de agregados pétreos. Fuente: Mineros S.A 2016 ..	43
Figura 6. Secuencia de la explotación minera del bloque de agregados. ....	45
Figura 7. Secuencia de la explotación minera del bloque de agregados. Área de cargue .....	46
Figura 8. Efecto en las gravas mayores de 1” en el proceso de trituración. ....	47
Figura 9. Zoom de la primera etapa de clasificación. ....	47
Figura 10. Zoom de la segunda etapa de clasificación. ....	48
Figura 11. Proceso de clasificación zaranda intensiva. ....	49
Figura 12. Zoom del proceso de concentración gravimétrica. ....	50
Figura 13. Diagrama de flujo de la planta de agregados pétreos.....	51
Figura 14. Identificación del área de muestreo. ....	52
Figura 15. Área de muestreo de carguero.....	52
Figura 16. Toma de muestras en carguero. ....	53
Figura 17. Mapa de localización de muestras en el carguero.....	54
Figura 18. Organigrama actual Mineros S.A .....	68
Figura 19. Nuevo organigrama de Mineros S.A con la línea de negocio de agregados .....	69
Figura 20. Estructura Linea de Agregados .....	71

## 1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se llevará a cabo un estudio para determinar si la idea de un proyecto de una explotación de agregados pétreos como subproducto de una explotación aluvial de oro es viable desde el punto de vista financiero, económico y social.

Según Mesa (2016), los estudios de factibilidad y pre factibilidad de un proyecto determinan, de acuerdo con lo convincentes y completos, si se desarrolla o no, teniendo en cuenta la importancia de cada uno de los aspectos que lo conforman (estudio de mercado, estudio técnico, estudio organizacional y estudio financiero). Cada uno de los aspectos mencionados anteriormente juegan un papel indispensable en la decisión que puede tener una compañía para la ejecución de un nuevo proyecto y como lo menciona Mesa (2016), ningún proyecto es la excepción, porque hasta la decisión de la compra de un taxi, invertir en un CDT, criar ganado o montar un negocio requieren de un estudio para su completa realización y correcta ejecución. Para iniciar cualquier proyecto siempre se debe determinar si financieramente este va generar rentabilidad para quien lo está ejecutando, porque si no de nada sirve invertir tiempo y recursos en algo que simplemente va generar pérdidas; si miramos el aspecto económico no nos detenemos solamente a pensar en el dinero, en las utilidades y en los ingresos, sino también en la estructuración de los costos, el tamaño y la programación de las inversiones y la proyección de los ingresos variables que deben ser atractivas y claramente favorables y finalmente no podemos dejar a un lado la importancia del aspecto social, aspecto sin el cual el desarrollo de cualquier actividad extractiva es imposible, convirtiéndolo así, quizá en el punto más importante y no necesariamente por ser el más extenso sino por ser el más delicado en cuestiones de aporte a comunidades, afectaciones de tierras, generación de trabajo, negociaciones de predios entre decenas de aspectos más a considerar y según lo que nos dice Miranda (2002), todo proyecto debe de tener claro su meta y los objetivos a cumplir, por lo tanto desde los mismos estudios de prefactibilidad y factibilidad, los estudios de mercado, estudios técnicos, la forma de la organización, el marco institucional, el marco social y las connotaciones ambientales deben ser claras y suministrar toda la información posible para un buen estudio financiero que determine la ejecución del proyecto, la decisión de aplazarlo o si finalmente se rechaza.

Para la empresa Mineros S.A la rentabilidad, legalidad, las buenas prácticas ambientales, las buenas relaciones con las comunidades y el desarrollo de la compañía y de la región son aspectos de gran importancia y esto se evidencia en los resultados de sus operaciones y en los múltiples reconocimientos que ha tenido como lo son El Premio Vida en 2005, el premio a la minería responsable de la gobernación de Antioquia en 2011, premios de Responsabilidad Ambiental en 2011 y 2013, Premio Andesco a la Responsabilidad Social Empresarial en 2013, Premio en Transparencia Empresarial en 2012, Premio Iberoamericano de la Calidad en 2015, entre otros que se pueden ver en la página de la compañía (Mineros S.A, 2019). Como podemos ver hay múltiples reconocimientos en la gestión ambiental, programas de desarrollo para las comunidades, crecimiento empresarial entre otras cosas y según un informe presentado por el Ministerio del trabajo (ISSUU,2019), la minería es la principal actividad económica de este municipio, llegando a estar entre el 80% y el 85%, siendo Mineros la única empresa que desarrolla esta actividad a gran escala lo que la convierte en la empresa productora de oro más grande de Colombia y ser la principal fuente de empleo de un municipio.

Ahora bien, dentro del crecimiento de cualquier compañía está el planteamiento de nuevas ideas, de nuevos negocios y de nuevas oportunidades que a la larga se convierten en nuevos proyectos, los cuales están siempre pensados en el bienestar y en el mejoramiento continuo de la empresa y de quienes hacen parte de ella. Para Mineros S.A la oportunidad de un nuevo negocio se viene presentando en la medida que el desarrollo de infraestructuras y vías del país va creciendo y se va haciendo mucho más fuerte e importante.

De acuerdo con las normas de INVIAS los materiales de construcción (gravas, arenas, arcillas, limos) son la materia prima para la construcción de vías y obras civiles y este material se encuentra dentro de los títulos de explotación de la empresa en grandes cantidades, cantidades que no están siendo utilizadas y que se desechan por que el foco e interés principal de la compañía es la extracción del metal precioso conocido como oro. Cabe anotar que las gravas, arenas y arcillas después de ser procesadas para la recuperación de oro quedan expuestas en los títulos de la compañía mostrando que la extracción de estos materiales es una cuestión bastante fácil.

Según información de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2019), como parte de los proyectos de infraestructura y desarrollo vial de Colombia, está la construcción de las autopistas o vías 4G y una de estas vías, la cual pretende unir los corredores de Cauca-Remedios con la ciudad de Medellín, denominada Autopista para la prosperidad, pasa por la zona del bajo Cauca Antioqueño, además de otras vías secundarias, puentes y trabajos que según la institución Autopistas del Nordeste (2019), se están adelantando en la región y hacen parte de las concesiones viales actuales, generando una oportunidad de negocio interesante para la compañía, ya que el material sobrante de la explotación de oro es la principal materia prima para la construcción de dichas autopistas y tener una fuente cercana del material es altamente importante para los costos del proyecto Nacional. (

Como podemos ver la necesidad de un material es latente y clara y este material, sin ser el foco de la explotación para la empresa Mineros S.A se convierte en una oportunidad clara de negocio para la compañía, ya que cuenta con los recursos necesarios y lo más importante que cuenta con las reservas de material necesarias para este tipo de proyectos de desarrollo de infraestructura, ya que por la dinámica de los bloques y de los títulos de la compañía se puede decir que estos tienen más del volumen necesario de material.

El objetivo de este trabajo es determinar si un proyecto de esta magnitud, que aparentemente se ve tan atractivo, logra ser viable y se puede ejecutar de manera exitosa, sin dejar a un lado las implicaciones que trae para la compañía el desarrollo de una nueva explotación, que se convertiría en una nueva unidad de negocio.

Este trabajo está organizado en siete secciones principales, incluyendo esta sección. En la segunda sección del trabajo encontraremos una contextualización y detalle de lo que es la empresa Mineros S.A, a que se dedica, donde está ubicada y sus principales características, además se dará inicio a los conceptos de logística y características de la materia prima que se pretende explotar dándonos un conocimiento de la importancia del material, sus aplicaciones y porque es tan atractivo. En la tercera sección se encuentran los objetivos, el porqué de este trabajo y su enfoque principal, cuales son las metas a las que queremos llegar

y que se piensa lograr al final del desarrollo de este trabajo. En la cuarta y quinta sección nos metemos de lleno en el marco teórico, entramos a definir palabras y conceptos que son muy importantes para entender todo el desarrollo de este trabajo y la importancia del mismo además encontraremos las metodologías utilizadas para llegar al cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados en la sección número tres. En la sexta sección encontramos el desarrollo del trabajo y el estudio financiero que nos entrega los resultados de las proyecciones, inversiones, costos, utilidades, variables económicas, entre otros, que harán viable o no la ejecución del proyecto. Por último, en la sección final encontraremos las conclusiones, junto con las apreciaciones, conocimientos y hallazgos más importantes encontrados a lo largo del desarrollo de este trabajo.



## **2. CONTEXTUALIZACIÓN**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA MINEROS S.A**

Mineros S.A es una empresa minera dedicada a la explotación de oro (Au) y actualmente uno de los principales productores de este mineral en el país. Mineros es parte de una de las 5 empresas colombianas con mayor producción de oro, teniendo una producción anual de 120 mil onzas aproximadamente, además según la agencia nacional minera esta empresa se ubica como la segunda productora de oro más grande del país después de Gran Colombia Gold Corp quien tiene una producción aproximada de 170 mil onzas al año (Las 2 Orillas, 2019). Sus operaciones principales están en la zona del bajo cauca Antioqueño en los municipios de El Bagre, Zaragoza y Nechí. Actualmente la empresa cuenta con dos actividades extractivas principales, una subterránea y una operación a cielo abierto por medio de dragado, siendo esta última la de nuestro interés por que es allí donde se generan los depósitos de material de construcción que son útiles para nuestro plan de negocio.

Basándonos en el artículo de Gómez, Cano y Campo (2016), la minería contribuye con el 2,1% al producto interno bruto de Colombia y el oro, con una producción de 55,9 toneladas al año pone al país en el puesto número 20 del ranking mundial de producción de minerales específicos, datos que son muy alentadores para la compañía por que demuestran que el oro, es un elemento que tiene buena proyección en el mercado nacional e internacional.

El área donde se ubica la restricción de explotación, corresponde a la ciénaga Sabalito y sus bajos aledaños, localizados en la vereda Sabalito–Sinaí, perteneciente al corregimiento de Puerto Claver del municipio de El Bagre, departamento de Antioquia. Esta subregión es atravesada por los ríos Cauca y Nechí, su clima es caliente y húmedo, con una temperatura promedio de 28°C y un promedio anual de lluvias de 3.500 mm. Pertenece a la zona de vida de bosque húmedo Tropical (bhT) con tan sólo dos pisos climáticos altitudinales (basal y premontano) (Arias, 2011).

Como unidad geomorfológica mayor a la cual pertenece la región del Bajo Cauca, el Piedemonte Frontal Andino cuenta con tres elementos mayores de relieve: relieves colinados modelados en diferentes tipos de roca, un sistema de terrazas aluviales y un par de llanuras aluviales, la del río Cauca y sus tributarios, y la llanura aluvial del río Nechí y sus tributarios. (Arias, 2011)

La llanura aluvial está conformada por aluviones del cuaternario entre Puerto Valdivia y Nechí. Es un sistema de terrazas de corrientes mayores que discurren por las zonas de piedemonte, con predominio de las vertientes suaves. En el área frontal del piedemonte se configura dicha planicie así (Betancur, 2005):

- A lo largo del río Cauca, entre las poblaciones de Caucasia y Nechí
- A lo largo del río Nechí, entre las poblaciones de El Bagre y Nechí
- En corredores discontinuos a lo largo de los ríos Tarazá y Man

La zona del bajo cauca antioqueño es el resultado de una serie de migraciones a lo largo de la historia que vienen de lugares diversos como Córdoba, Bolívar, Sucre, afrocolombianos de la costa pacífica, algunas comunidades indígenas del norte de Antioquia y Córdoba y habitantes del interior del mismo departamento antioqueño. Toda esta situación ha permitido un crecimiento cultural que es muy notorio y rico en la zona y en los habitantes del bajo cauca antioqueño. (Betancur, 2005).

La operación minera en la región se viene dando de manera industrial desde hace más de un siglo y de manera artesanal desde el período colonial, lo que implica una continua y prolongada intervención antrópica en el medio ambiente con consecuencias importantes para la determinación de la condición de referencia.

Debido a la trayectoria de la compañía y a los desempeños históricos del yacimiento aluvial del valle del río Nechí, puede afirmarse que se cuenta con un yacimiento bastante promisorio con una concentración de recursos de oro sobre los cuales se desarrolla Mineros S.A., vislumbrando en la actualidad un potencial de recursos medidos constituidos en bloques distribuidos en las minas de propiedad de la empresa, que de acuerdo con las condiciones de operación actuales pueden categorizarse como reservas probadas, con un volumen de 283.263.578 m<sup>3</sup> en un área de 1.066 ha con una profundidad promedio de 25,31 m y un tenor de 104 mg/m<sup>3</sup>, datos obtenidos y estimados con suficiente confiabilidad a partir de un programa de exploración detallada a razón de una malla regular de perforaciones cada 122 m, para un total de 852.624,7 onzas de oro fino, previstos para ser explotados en 10,1 años a un ritmo de 28.000.000 m<sup>3</sup> con 5 unidades de producción. (PTO Mineros S.A, 2002)

El yacimiento que actualmente se encuentra en labores de exploración y explotación por parte de la empresa Mineros S.A. en la zona del bajo cauca antioqueño cuenta con unos recursos secundarios que son en los agregados pétreos, los cuales son necesarios remover para lograr la recuperación de oro (Au). Dado que la industria de la construcción ha pasado los últimos años por uno de sus mejores momentos y los planes de desarrollo del país requieren de agregados pétreos para lograr sus objetivos, se hace interesante realizar un análisis de prefactibilidad sobre la posibilidad de explotar económicamente el subproducto de la explotación. (PTO Mineros S.A 2012)

La tasa de explotación actual, de la empresa Mineros S.A, es de unos 36.000 metros cúbicos diarios de los cuales aproximadamente el 50% corresponde gravas mayores de 3/8" y de estos 18.000 metros cúbicos aproximadamente se podrían aprovechar 1.800 metros cúbicos sin afectar los planes de restauración y recuperación ambiental. (PTO Mineros S.A, 2002)

Por los volúmenes que se manejan de estos materiales, se puede pensar en establecer una operación minera económicamente rentable.

En Mineros S.A los procesos mineros son desarrollados con rigurosidad y de acuerdo con los estándares de planeación y los respectivos cuidados sociales y ambientales. Cada una de las etapas del proyecto está estrictamente detallada y se siguen los lineamientos que definen cada una de las etapas del proceso, desde el momento de la exploración hasta el transporte y entrega del producto final. La lógica y el control en cada uno de estos procesos es auditada por un jefe o encargado de cada área; en la exploración el capataz se encarga del desarrollo

del plan y del cuidado y entrega de las muestras de los taladros, en el desmonte los capitanes de cada uno de los equipos cuidan que se lleve con rigurosidad el plan, en el proceso de extracción y transformación del producto los ingenieros se encargan de tener todo bajo control y en los procesos de transporte, almacenamiento y entrega el personal de seguridad es quien se encarga de cada detalle.

Tener cada paso a paso controlado, estrictamente detallado es una ardua labor, pero es indispensable para que cada uno de los procesos cumpla con la entrega de sus resultados y la etapa siguiente del proceso comience con sus labores de manera eficiente y oportuna, podemos decir entonces que, en esta empresa la importancia de la logística no es irrelevante y tiene una función crítica en cada proceso.

## **2.2 GENERALIDADES DE LA REGIÓN DEL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO**

El bajo cauca antioqueño, subregión del departamento, es una región que tiene una extensión de tierra de aproximadamente 8.485 Km<sup>2</sup>, y está ubicada en el nordeste del departamento de Antioquia. Esta zona está localizada entre la serranía de Ayapel y la serranía de San Lucas, entre la cordillera Occidental y Oriental respectivamente y está conformada por seis municipios: Zaragoza, Caucasia, Nechí, El Bagre, Tarazá y Cáceres. Por su ubicación, el bajo cauca antioqueño es una zona muy rica culturalmente y con una gran diversidad social. Está poblada por más de 200.000 habitantes los cuales están distribuidos en un 57% en la zona urbana y un 43% en áreas rurales. El territorio a lo largo de su extensión tiene diversas alturas variando entre los 3 y los 1.000 metros sobre el nivel del mar y esta bañada por cientos de afluentes, algunos principales y otros secundarios, dentro de los cuales destacan el Río Cauca, el río Man, el río Cácerí y el río Nechí. (PTO Mineros S.A, 2002)

En la zona del bajo cauca antioqueño, se forman gran cantidad de ciénagas, producto de su montañosa geografía. Estas ciénagas tienen una extensión de aproximadamente 40.000 hectáreas y se interconectan entre ellas por medio de ríos y afluentes de la zona, lo cual crea un complejo sistema de lagos, pantanos, pozas y playones que retienen grandes cantidades de agua y liberan lentamente el estiaje. Este gran sistema interconectado de ciénagas, hace que la zona del bajo cauca antioqueño se considere una zona rica en biodiversidad biológica (PTO Mineros S.A, 2002).

El bajo cauca Antioqueño es la zona del departamento que limita con los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar, convirtiendo esta zona como la entrada o salida del departamento que conecta el departamento con la costa atlántica. Caucasia, municipio que está más al norte del departamento, es el centro de actividades más importantes de la zona y es aquí en donde está la conexión con los demás municipios pertenecientes a la región, comunicándolos por medio de la red vial llamada la Troncal de la Paz y las vías Caucasia-Nechí y Caucasia-Zaragoza. La red fluvial mencionada anteriormente, también hace parte del sistema de interconexión entre los municipios como transporte fluvial. (Mejía, Betanur & Londoño, 2006)

Basándonos en lo que dice Neisa (2011), de los municipios del bajo cauca Antioqueño solo es posible acceder fácilmente a los POT de los municipios de Zaragoza y de El Bagre, los cuales son bastante pobres y no presentan más que la cartografía con los mapas catastrales rurales y urbanos y los usos del suelo, dentro de los cuales la actividad minera resalta como la principal actividad de la región.

Antioquia es un departamento que tradicionalmente ha sido minero ya que cuenta con una geología que lo favorece y le otorga una riqueza natural de mucha importancia, dándole la oportunidad de realizar actividades de exploración y explotación de diferentes minerales a lo largo de todo su territorio. El departamento antioqueño cuenta con una gran variedad de recursos renovables y no renovables, característica que lo favorecen para desarrollar de manera sostenible y adecuada actividades en toda su extensión que tienen un grandísimo potencial. Para el aprovechamiento de recursos no renovables Antioquia cuenta con diversas formaciones geológicas que lo vuelven rico en el tema y en cuanto a los recursos naturales cuenta con grandes extensiones y formaciones naturales que lo potencializan como un

departamento de grandes oportunidades que se pueden aprovechar para generar desarrollo sostenible de la riqueza y de la diversidad. (Villa & Sepulveda, 2013)

### **2.2.1 Actividad Minera de Agregados en Antioquia**

La explotación de los agregados pétreos, gravas, arenas, arcillas y limos se desarrollan a lo largo de todo el departamento antioqueño, pero en el valle de aburra, el Oriente antioqueño y la zona del municipio de Amagá, estas actividades tienen mayor importancia, ya que es donde se desarrollan a mayor escala y tienen mejores características físicas y químicas lo materiales explotados. Todas las actividades de explotación de estos materiales se desarrollan en actividades extractivas en canteras y algunos depósitos aluviales. En la Tabla 1, se dan a conocer los valores del año 2010 de la producción de agregados pétreos de estas principales subregiones del departamento.

Tabla 1. Producción de Agregados Pétreos en Antioquia. Fuente: Contraloría General de Antioquia 2011

<b>SUBREGIÓN</b>	<b>MATERIAL (t)</b>	<b>PRODUCCIÓN (t)</b>
Valle de Aburrá	Arcilla	105.120
	Arenas y Gravas	6'122.961
Oriente Antioqueño	Arenas y gravas	729.936
Amagá	Arcilla	234.912
	Arenas y Gravas	268.676

Según Rey (2008), en los diferentes métodos de explotación de oro, el método de barequeo, el método de dragado y el método de aluvión mecanizado, son los métodos que producen como consecuente un remanente de materiales de construcción que pocas veces son aprovechados. En las regiones de Bolívar y Antioquia, aunque la mayor parte del oro es principalmente en veta, los depósitos aluviales hacen gran parte de las actividades extractivas de la zona.

## **2.3 JUSTIFICACIÓN**

Según Padilla (2015), debido a las actuales iniciativas nacionales de adelantar proyectos de infraestructura vial que beneficiarán a la región del Bajo Cauca para mejorar el transporte de carga y pasajeros desde Medellín hasta la Costa Atlántica, como la concesión Cartagena-Barranquilla y circunvalar de la Prosperidad con una inversión de \$960.000 millones de pesos y una longitud de 150 kilómetros, se crea un mercado importante para los materiales de construcción de la subregión y por ello es necesario que se tengan las fuentes de material adecuados y competentes para la construcción de estas importantes obras.

El aluvión que se encuentra a lo largo de la zona del bajo cauca, principalmente en los municipios de El Bagre, Zaragoza y Nechí cuenta con una considerable cantidad de gravas y arenas que fueron depositadas hace varios años a lo largo de las orillas del río Nechí desde el sitio conocido como Dos Bocas hasta la vereda Santa Margarita. (Villa y Sepulveda, 2013)

La buena ejecución de cualquier proyecto minero siempre trae grandes beneficios para quienes invierten en él y sobre todo para las personas que hacen parte de la región en donde se desarrolla la actividad. Es por esto que el planteamiento para la valoración del desarrollo de un proyecto de extracción de agregados pétreos asociados a la actividad extractiva de oro, se vuelve interesante desde el punto de vista económico tanto de quien tiene los títulos y la viabilidad para la extracción como de los stakeholders involucrados.

La economía local se vuelve más dinámica en el momento en que cualquier proyecto comienza a desarrollarse y si hablamos de un proyecto minero de este tipo, podemos hablar de que son muchas las áreas que se ven dinamizadas. El transporte, el comercio, la construcción, la explotación del material, entre otros, son algunos de los sectores involucrados y que generan un impulso positivo de la economía, desarrollando a su vez la zona de manera productiva y generando un ingreso adicional al dueño del proyecto minero como a los stakeholders involucrados.

Es importante resaltar el valor tan grande que tienen estos materiales agregados para la industria. Cientos de proyectos de infraestructura adquieren sobrecostos en las operaciones por no contar con una zona cercana que les provea estos materiales y deben de traerlos desde zonas lejanas. Por tal motivo tener una zona con material competente y en donde sea viable realizar la extracción de este material se convierte en una zona potencial de trabajo y de ingresos para quienes están y no relacionados directamente con la actividad extractiva, pero todo esto es posible siempre y cuando se realice bajo una estructura organizacional y administrativa responsable y consciente de lo que se está llevando a cabo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la viabilidad de la explotación de agregados pétreos y asociarlo a obras de desarrollo de infraestructura vial y demás que se lleven a cabo alrededor de la zona de dicho proyecto, en el bajo cauca antioqueño, que genere un ingreso adicional a una actividad extractiva de oro como mineral principal de explotación.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar un método de explotación los agregados que se adapte a las condiciones de la zona y del material a explotar, que permita clasificarlos y determinar su uso de acuerdo a sus características y propiedades.
- Diseñar una estructura administrativa que soporte y desarrolle efectivamente un proyecto de extracción de gravas, asociado a los proyectos de infraestructura de la región del bajo cauca antioqueño.
- Definir los parámetros que determinan la viabilidad (financiera, económica, social y ambiental) para la explotación e implementación de un proyecto de extracción de agregados pétreos, identificando los puntos críticos y el mercado de interés para el desarrollo de dicho proyecto
- Determinar el valor agregado que otorga el desarrollo de un proyecto de extracción de agregados pétreos a una compañía que tiene como actividad principal la extracción de un mineral diferente que está directamente relacionado.
- Determinar un método de medición de los impactos generados en los *stakeholders* a causa del desarrollo de un proyecto de extracción de agregados pétreos

#### **3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

Los objetivos del proyecto se presentan a continuación en la Tabla 2 y se analiza cuáles son las variables hacia las que está enfocado cada uno de estos objetivos y cuál es el interrogante a resolver a lo largo del desarrollo de este trabajo. Los objetivos son:

Tabla 2. Objetivos del Proyecto

OBJETIVOS	VARIABLES	PREGUNTAS
Determinar la viabilidad de la explotación de un recurso mineral de agregados pétreos y asociarlo a obras de desarrollo de infraestructura vial y demás que se lleven a cabo alrededor de la zona de dicho proyecto, que genere un ingreso adicional a una actividad extractiva principal de otro mineral	Proceso Productivo Sostenibilidad Logística Subproductos Impacto Social	¿Es viable desarrollar una actividad extractiva de agregados pétreos y asociarlo a proyectos de desarrollo en una región?
<b>Objetivos Específicos</b>		
Identificar un método de explotación los agregados que se adapte a las condiciones de la zona y del material a explotar, que permita clasificarlos y determinar su uso de acuerdo a sus características y propiedades.	PROCESO PRODUCTIVO	¿Cuál es el método de explotación más eficiente para este tipo de minería, que se adapta a las condiciones de la región y fines del producto?
Diseñar una estructura administrativa que soporte y desarrolle efectivamente un proyecto de extracción de gravas, asociado a los proyectos de infraestructura de la región del bajo cauca antioqueño.	SOSTENIBILIDAD	¿Qué tan importante es tener una estructura administrativa solida asociada al proyecto que lo soporte y le permita ser sostenible en el tiempo?
Definir los parámetros que determinan la viabilidad (financiera, económica, social y ambiental) para la explotación e implementación de un proyecto de extracción de agregados pétreos, identificando los puntos	LOGÍSTICA	¿Qué procesos son claves y fundamentales en la logística y el desarrollo de un proyecto de explotación y comercialización de agregados pétreos?



críticos y el mercado de interés para el desarrollo de dicho proyecto		
Determinar el valor agregado que otorga el desarrollo de un proyecto de extracción de agregados pétreos a una compañía que tiene como actividad principal la extracción de un mineral diferente que está directamente relacionado	SUBPRODUCTOS	¿Qué importancia tiene para una compañía la explotación de otro recurso mineral y que beneficios trae consigo? ¿Se puede escalar esta actividad a otros minerales que también son interesantes y pueden generar valor?
Determinar un método de medición de los impactos generados en los stakeholders a causa del desarrollo de un proyecto de extracción de agregados pétreos	IMPACTO SOCIAL	¿Qué desarrollo se genera en la región y que impacto se genera sobre los stakeholders involucrados en la actividad?

## **4. MARCO TEÓRICO**

A lo largo de este marco teórico iremos conociendo temas de importancia para llegar a entender de manera correcta cual es el enfoque, el final y como se desarrolla el proyecto y como se va dando cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados. Logística, Gestión de cadena de suministro en empresas del sector minero, agregados pétreos y sus características son algunos de los temas a tratar y que paso a paso harán más enriquecedor y claro el entendimiento del tema

### **4.1 LOGÍSTICA Y GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO EN EMPRESAS DEL SECTOR MINERO**

Para Carro y Gonzales (2013) la logística es un proceso mediante el cual se planifica, se opera, se controla y se detectan oportunidades de mejora en todos los procesos que involucran flujo de insumos, productos, servicios, dinero e información. Para ellos es la operación que se desarrolla para conectar las fuentes de aprovisionamiento y suministro con el cliente o la distribución del insumo. Según Carro y Gonzales (2013) la logística en sí, tiene como objetivo principal satisfacer de manera plena la demanda de un mercado o de un cliente en cuanto a la calidad y cantidad al menos costo posible.

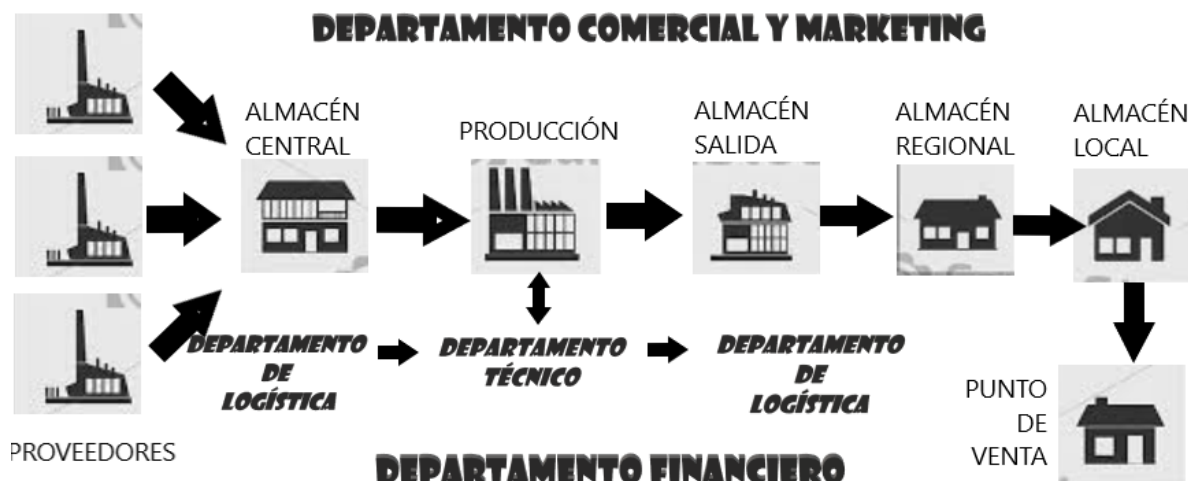
Entonces bien, según Pau, (2001), la logística es una herramienta de management que busca también llevar a un cliente la mejor calidad y cantidad de un producto con el menos costo operativo posible que lleva a desarrollar cambios al interior de una compañía que la llevan a mejorar niveles de competitividad y de rentabilidad.

En el texto Logística Empresarial, Carro y Gonzales (2013) nos muestran que una cadena logística tiene básicamente los siguientes elementos:

- Proveedores
- Almacenes de entrada
- Centros de Producción
- Almacén central de salida
- Almacén Regional y local
- Puntos de venta

A continuación, se muestran los elementos de la red logística en la Figura 1

Figura 1. Esquema Simplificado de Red Logística. Imagen basada en Carro y Gonzales, 2013



Cuando entramos a definir el tema de cadena de suministros encontramos un sinnúmero de autores que nos pueden entregar múltiples definiciones y entre ellos está Ballou (2004), el cual en su texto *Business Logistics Management*, la define como “el conjunto de actividades funcionales que se repiten a lo largo del canal del flujo del producto a través de la cual la materia prima se convierte en producto terminado y se añade valor al cliente”.

Por otra parte, esta Mentzer (2004) quien en su texto nos define la cadena de suministro como “un conjunto de dos o más empresas conectadas o relacionadas con flujos de productos, servicios o finanzas e información desde el suministro hasta el cliente”. Ahora bien, cabe anotar que cuando hablamos de las conexiones entre suministros y cliente no necesariamente deben de ser clientes externos o empresas diferentes, podemos llamar cliente a un departamento dentro de una misma compañía que recibe algún producto de otro departamento, es decir que los clientes y los proveedores pueden ser internos o externos.

La forma en que las organizaciones se vinculan y se entrelazan está condicionada a la imagen que brinda la cadena de suministros (Cano, Panizo, García & Rodríguez, 2015). La cadena de suministros no es más que una red de proveedores que forman una cadena compleja de interacciones, por ejemplo, en un análisis que se desarrolla desde el departamento de compras de una compañía, se mira la oferta y nos podemos dar cuenta que una empresa tiene un número  $x$  de clientes de gran importancia y cada uno de estos clientes tiene su propia cantidad de clientes y de proveedores y así sucesivamente, formando la red de proveedores. (Carro & Gonzales, 2013)

Hablar de logística no es más que hacer referencia a la organización y metodologías que tiene una compañía para la producción, administración, almacenamiento, comercialización y entrega de un producto al consumidor. Sobre el tema de logística encontramos gran variedad de autores que nos pueden presentar diferentes tipos de clasificaciones y de teorías, pero basados en la información de Chopra y Meindl (2010), de Cure, Meza y Amaya (2006), Rojas, Guisao y Cano (2011), y Mora (2016) haremos detalle de la logística de la operación, la logística de producción, logística de distribución, logística inversa y planeación estratégica

las cuales son aplicables en el desarrollo de este proyecto, cabe anotar que algunas son más significativas que otras, pero todas son importantes para un buen desarrollo y funcionamiento de la cadena de suministro de una empresa minera, que para este caso es una empresa de extracción de oro y de agregados pétreos, por que dependiendo del tipo de empresa y de enfoque la logística puede cambiar.

#### ***4.1.1 Logística de la operación***

Según lo que nos cuenta Mora (2016), el termino logística “proviene del campo militar y está relacionado con la adquisición y suministro de los equipos y materiales que se requieren para cumplir una misión”. Este término cada vez ha venido tomando mas fuerza y hoy en día es una palabra de mucha importancia en el ámbito empresarial y organizacional ya que las compañías del presente cuentan con una gran variedad de puntos de distribución, de almacenamiento y de suministro distribuidos geográficamente, además de los diferentes clientes que también están regados en determinado territorio. Un claro ejemplo de esta distribución geográfica lo pueden dar las empresas multinacionales las cuales desarrollan actividades de aprovisionamiento, de desarrollo, fabricación y distribución en diferentes países de acuerdo con unas estrategias de mercado. (Mora, 2016)

Cuando hablamos de logística estamos haciendo referencia a la gestión que una organización debe de hacer para poner en el momento y lugar indicado un producto o servicio que esa ofreciendo, pasando por todos los procesos de fabricación, almacenamiento, distribución, entrega, rentabilidad e incluso retorno (en los casos en que aplique). Hay que tener en cuenta que cuando se habla de logística, tenemos que entender que esta se debe de enfocar en las principales operaciones de la empresa, pero sin descuidar las necesidades y especificaciones de los clientes, buscando a la vez su completa satisfacción. (Chopra & Meindl, 2010).

A lo largo de la cadena de suministro se debe de planear el movimiento adecuado de los materiales y de los productos y es esta la función principal que debe cumplir la logística, en otras palabras, podemos decir que la logística no es más que los movimientos de una red interna de suministros que buscan llegar de una manera eficiente y sostenible a clientes o consumidores de un mercado ya sea interno o externo. (Chopra & Meindl, 2010).

Para el caso de una operación extractiva de agregados pétreos asociados a una operación ya existente de oro, podemos decir que la logística debe estar enfocada en el control, transporte, almacenamiento y entrega de los productos y para esto podemos destacar los siguientes tipos de logística, logística de Producción, logística de distribución y logística inversa, los cuales están directamente relacionados con la operación

#### ***4.1.2 Logística de Producción***

Esta es la que se enfoca en poner en marcha el funcionamiento y control interno de la compañía, abasteciéndola de los recursos necesarios con el fin de que los procesos sean más eficientes y eficaces, obteniendo los mejores resultados con el menor costo (Chopra & Meindl, 2010).

#### ***4.1.3 Logística Interna***

Para Marín, (2012), tener movimientos excesivos e innecesarios dentro de una cadena de abastecimiento o dentro de un centro de distribución genera costos innecesarios debido a que existe un mayor consumo de energía, de tiempo y hay una reducción del uso y de la vida útil de los elementos y materiales (según el grupo eLOGIS, en un estudio realizado a diferentes empresas industriales, concluyo que aproximadamente el 40% del tiempo de uso de los equipos dentro de una compañía son usados en movimientos que de alguna forma se pueden reducir o incluso eliminar), hay que tener en cuenta que este exceso de movimientos viene acompañado con la necesidad de mayor personal para cubrir estas actividades, porque a largo plazo generan fatiga en el personal. La logística interna busca reducir esta cantidad de movimientos, no quiere decir que se eliminen todos los movimientos y actividades, porque realmente son necesarios y mas si estamos hablando de centros de despacho, almacenamiento, entrega, recibo o manufactura, pero si se pueden minimizar o cambiar. (Marín, 2012)

#### ***4.1.4 Logística de Distribución***

Esta se enfoca en definir las necesidades de la compañía de acuerdo con los recursos disponibles y las especificaciones del cliente. Las variables principales a tener en cuenta en este proceso son almacenamiento (de ser necesario), transporte, calidad de los productos, costo de fabricación y finalmente la relación costo beneficio, la cual determina las utilidades operativas del proceso. Dentro de los procesos logísticos de una compañía las materias primas, la selección de clientes, la cantidad de insumos disponibles, tiempo y ubicación son de vital importancia para garantizar la calidad del producto a ofrecer ya que tener en óptimas condiciones estas variables nos permite tener una competitividad empresarial adecuada. De acuerdo con esta información podemos hacer un detalle de la importancia y criticidad de cada una de estas variables en el proyecto. (Chopra & Meindl, 2010).

- **Materias Primas:** Los suministros y cantidad de material no son un problema, la fuente del material es constante siempre y cuando la producción del mineral principal se mantenga, en este caso oro. La calidad y competitividad del material en el mercado es alta, más adelante se dará el detalle de las especificaciones del mismo.
- **Selección de Clientes:** Los clientes deben ser clientes con necesidades inmediatas del producto, esto porque no se cuenta con almacenamiento del material, sino que el mismo debe ser extraído y distribuido inmediatamente.
- **Cantidad de Insumos:** Si bien los recursos son finitos porque están limitados a la explotación del mineral principal, podemos decir que los insumos serán suficientes para abastecer las necesidades de la región, cabe anotar que es necesario un estudio de mercado que permita determinar la oferta y demanda del producto a ofrecer.

- **Tiempo y Ubicación:** Estos dos factores son los más críticos y delicados y es en ellos en los cuales se debe de centrar la mayor parte de la logística debido a que los tiempos de entrega para el cumplimiento de contratos para obras civiles es de vital importancia, además es necesario que los clientes y obras estén cerca de la zona de extracción del material para evitar sobre costos que nos lleven a la inviabilidad del proyecto (Chopra & Meindl, 2010).

#### ***4.1.5 Logística Inversa***

La preocupación principal de todas las compañías radicaba en hacer llegar el producto que desarrollaban desde su punto de fabricación a su cliente. Lo más importante para las compañías era ofrecer una respuesta rápida a los mercados manteniendo las líneas de suministro en su punto óptimo de operación permitiendo que el objetivo de llegar rápido a sus clientes se cumpliera, pero solo se visualizaba en el panorama, y en algunos casos sigue siendo así la posibilidad de una expansión global para el mejoramiento de esta actividad (Cure et al., 2006)

Con el paso del tiempo las compañías comenzaron a darse cuenta que aspectos como el establecimiento de vínculos y buenas relaciones con el cliente y el servicio postventa eran de vital importancia para sostenerse y mejorar en el mercado. Cuando se hace efectiva una venta y se sigue haciendo seguimiento al funcionamiento y satisfacción del cliente, se convierte en un valor agregado que hace mucho más atractivo un producto en el mercado para la percepción del consumidor. Las devoluciones, son un ejemplo de los servicios postventa, este servicio es útil y no se considera como un servicio que afecte la relación del cliente con la compañía, más bien se toma como un servicio brindado para aquellos usuarios que consideran que su inversión en determinado artículo no cumple con sus expectativas y que ayuda en la mejora de calidad y servicio. Hay que tener en cuenta que en la actualidad hay un enorme crecimiento en la preocupación ambiental y en el manejo que se le da a los productos, por eso el reciclaje, se ha convertido en una punto de preocupación para las compañías, ya que en ocasiones, los clientes se sienten descontentos por causar daños a la conservación de los recursos naturales, por lo que pensar en el retorno y manejo futuro de los artículos y productos generados es un aspecto a tener muy en cuenta en el momento de salir a un mercado. En cualquier caso, podemos ver que estas variables, que no son directamente parte de la ejecución de un producto toman importancia y el flujo, manejo y control de estas variables se ha denominado logística inversa. (Cure et al., 2006)

Para Cabreza (2012), la logística inversa no es más que un conjunto de actividades que se concentran en el montaje, desarrollo, desmontaje y desmembramiento de productos ya elaborados o de algunos de sus componentes, teniendo en cuenta los diferentes tipos de materiales, su naturaleza y composición, que permite encontrar el máximo aprovechamiento del producto una vez es desechado, ya sea para un uso sostenible y diferente o incluso para su destrucción y disposición final.

En este punto para Cabreza (2012), los ciclos de vida de los productos presentan un gran paradigma para la logística inversa, mostrado en la Figura 2, ya que este se crea con un diseño realizado de acuerdo con la utilidad final del producto, además de tener también unos objetivos claros de rentabilidad, economía, presentación al cliente y consumo final. (Cabreza, 2012)

Figura 2. Ciclo de Vida de un Producto. Imagen basada en Cabreza, 2012



Las materias primas con las que se desarrollan los productos son las responsables de definir propiedades como resistencia, forma, desgaste, versatilidad, etc. La producción es el proceso industrial que transforma las materias primas en un producto determinado que tiene unos diseños establecidos y que tiene unos procesos productivos condicionados por la rentabilidad. La mercadotecnia y distribución, o Marketing, como la conocemos, es la etapa mediante la cual el producto elaborado se lleva a los clientes y consumidores. La fase de adquisición y de uso, es la etapa en la que el cliente hace interacción con el producto, esto teniendo en cuenta que esta etapa es parte de vida útil del producto, la cual es la etapa final, la cual hasta la aparición de la logística inversa no tenía mucha importancia y es en el momento en que el producto deja de existir. (Cabreza, 2012)

*Es en el momento en que aparece la logística inversa, donde las diferentes disciplinas de dirección y gestión empresarial tuvieron que comenzar a profundizar sus conocimientos y su eficiencia, porque, por razones de eficiencia, porque, por razones medioambientales, de conciencia social, culturales, de sostenibilidad, de rentabilidad y económicas apareció un nuevo paradigma en el ciclo de vida de los productos que se muestra en la*

Figura 3. (Cabreza, 2012)

Figura 3. Ciclo de Vida de un Producto, Responsabilidad del Productor. Imagen basada en Cabreza, 2012



Según este nuevo paradigma, las personas o empresas que fabrican un producto, son responsables de los impactos que este genera en el ambiente y en las personas durante su ciclo de vida e incluso después de él. A partir de este punto, la perspectiva empresarial debió cambiar, porque los impactos medioambientales generados por sus productos ya son su completa responsabilidad desde el momento de obtención de materias primas hasta el momento de su disposición final. (Cabreza, 2012)

Los fabricantes de productos han tenido que evaluar nuevas materias primas, comenzar a usar materiales menos contaminantes, incluso materiales no contaminantes y amigables con el ambiente y materiales reciclables, también han tenido que reducir la variación de productos y de suministro de materias primas; finalmente lo que deben de buscar con estos cambios es minimizar el número de componentes y facilitar el desmontaje, enfocando todo a una etapa de reutilización del producto. (Cabreza, 2012)

Todas las materias primas usadas en la fabricación de los productos tienen que estar enfocadas en la reducción de sus impactos al medio ambiente y no solo en su disposición final sino también a lo largo de su uso, es decir, generando menos emisiones de gases, de residuos y siendo materiales altamente reciclables o incluso ser materiales cien por ciento reciclados. Las etapas productivas de las compañías no solo se deben enfocar en el uso de los productos, sino que deben hacer hincapié en el embalaje y/o recipiente que lo acompañan, ya que en muchos casos hay materiales de embalaje que son difíciles de eliminar o de reciclar. (Cabreza, 2012)

Según Cabreza (2012), ahora el marketing y la distribución deben de tener muy en cuenta:



- El impacto mínimo que se genera en el medio ambiente y la conciencia social que se genera al reducir estos impactos
- Los nuevos estándares de embalaje y su optimización

La fase de adquisición y uso, etapa en la que el consumidor hace la interacción y querencia del producto, se ve afectada en gran medida por la creciente conciencia medioambiental la cual trae aspectos relacionados con la disposición y uso final de un producto en el momento de término de su vida útil. En este punto hay que resaltar el admirable cambio que las personas, las sociedades, las compañías y los países han venido teniendo y que es muy positivo para el medio ambiente y es en este punto en donde la logística inversa se debe centrar para encontrar los productos que apoyan y maximizan el cuidado del estado y del medio, gestionando eficazmente materias primas y los procesos de elaboración. (Cabreza, 2012)

Con este nuevo concepto han aparecido nuevas personas y empresas que operan como usuarios de logística inversa que manejan los residuos sólidos urbanos, los residuos industriales y que se enfocan en resolver problemas ecológicos aportando en gran medida al crecimiento del producto interno bruto (PIB) de cada nación. (Cabreza, 2012)

Finalmente podemos decir que la logística inversa no es más que el proceso de planificación eficiente, uso, desarrollo y disposición de los materiales, productos, información, etc, desde el momento de su elaboración, pasando por su consumo y llegando al final de su vida útil satisfaciendo las necesidades de un consumidor y recuperando el producto para su reintroducción en un mercado o en una cadena de suministro, obteniendo un valor agregado o buscando una eficaz eliminación que sea amigable con el medioambiente. (Rubio & Bañegil, 2012).

#### ***4.1.6 Planeación estratégica, táctica y operacional***

Cualquier actividad desarrollada al interior de una compañía, debe buscar mejorar la rentabilidad y tener la tasa de retorno más alta posible del capital invertido y para esto debe de planear y realizar métodos que puedan cubrir los siguientes aspectos (Mora, 2016):

##### **Planeación estratégica**

Es en la cual se determinan los siguientes aspectos:

- Numero de fábricas y almacenes requeridos
- Localización de plantas de fabricación
- Tipos de equipos de fábricas y bodegas
- Asignación de demanda y posicionamiento de los inventarios dentro del sistema
- Tipo de inventarios (materia prima, productos en proceso o productos terminados)
- Nivel tecnológico y dimensionamiento de fábricas y almacenes
- Niveles de producción de fábricas
- Stock normativo de almacenes
- Tipos de transporte

En este punto se debe de tener muy en cuenta el inventario de una compañía y Zuluaga, Gómez y Fernández, (2014), nos entregan unos indicadores, mostrados en la Tabla 3, que se deben de manejar para saber que tanto inventario se tiene y de qué forma se está manejando.

Tabla 3. Indicadores de inventario. Tomado de Zuluaga, Gómez y Fernández, (2014).

INDICADOR	OBJETIVO
Rotación de inventario	Medir el número de veces que un inventario gira o se renueva en un periodo de tiempo.
Cobertura de inventario	Tiempo que la cantidad de inventario permite cubrir las necesidades de los clientes.
Inventario dañado	Mide la cantidad de inventario dañada sobre el inventario total. Este valor se puede considerar en costos o unidades según la necesidad de la empresa
Costo de inventario	Costo de inventario considerando productos, recursos para gestión, obsolescencia y mermas

### Planeación táctica

Cualquier sistema que se mire siempre se va a ver afectado por decisiones tácticas y estas son la base de la coordinación y ejecución, porque aseguran que los objetivos de una empresa estén alineados con los intercambios realizados dentro de ella. Para Mora (2016), las decisiones tácticas más comunes son:

- Elección del modo de transporte en las distintas etapas del sistema logístico
- Objetivos y política de rotación de inventarios
- Objetivos de funcionamiento y rutas de productos a lo largo del proceso logístico
- Equipos de fabricación
- Equipos de manutención
- Diseño de almacenes
- Dimensión de flota de transporte, políticas de distribución, volumen y naturaleza de los inventarios

### Planeación Operativa

En la planeación operativa lo que se busca es definir el tamaño y frecuencia de la producción, de qué manera son enviados desde el punto de fábrica hasta la bodega o punto de almacenamiento, cuales son las rutas de entrega y cuál es el personal necesario para

desarrollar eficazmente las acciones de cada departamento (Mora, 2016). Para la planeación operativa Mora (2016), nos entrega las siguientes variables

- Programación de aprovisionamiento
- Distribución de centros logísticos
- Sistemas de transporte y almacenamiento
- Volumen de compras
- Clasificación de artículos
- Equipos de manejo

Ahora bien, después de identificar y reconocer lo que es la logística y la importancia que esta tiene para cualquier compañía, y en especial para Mineros S.A, en donde cada proceso es llevado a cabo con rigurosidad y detalle, entremos a conocer un poco de los nuevos materiales a explotar y de sus propiedades, las cuales los hacen altamente atractivos para un mercado. Los materiales de construcción son materiales altamente usados en la industria y tener los procesos de exploración, extracción, transporte, almacenamiento y venta bien estructurados es muy importante para el éxito del desarrollo de cualquier actividad extractiva.

En la planeación operativa el aprovisionamiento, es quizá la parte fundamental porque según Gómez, Cano y Campo (2016), es el proceso logístico que viabiliza la operatividad de las empresas al garantizar el flujo de entradas y la disponibilidad de todos los productos y/o servicios que se requieran los cuales son ofrecidos por los proveedores. Todo el proceso de aprovisionamiento rodea el proceso de compras en el cual se debe permitir la descripción de los insumos, de los recursos, de los suministros y proveedores de una orden de compra o una solicitud de pedido y hacer seguimiento de todo con el fin de garantizar que la calidad, frecuencias, referencias, tiempos de entrega, cantidad y condiciones se cumplan dentro de los parámetros establecidos. (Gómez, Cano & Campo, 2016)

Cualquier tipo de explotación minera requiere de un gran detalle de organización y diseño; la logística es precisamente la que ayuda de manera efectiva a centrar y controlar cada uno de los procesos y subprocesos que se desarrollan en el interior de una compañía. Cuando hablamos de empresas del sector primario tener parámetros de orden, control, seguimiento, calidad, ventas y mantenimiento es indispensable; en el caso de una explotación de oro y de agregados pétreos se vuelven cruciales cada uno de estos parámetros y en especial la calidad de los productos ya que está es de vital importancia y en cada una de las etapas productivas y de mercadeo se debe hacer seguimiento, porque de acuerdo con este parámetro se va determinar los posibles usos industriales para los que está apto el material, pero la calidad no depende solamente de la explotación sino también de las características naturales que tenga el material presente en el depósito.

En el artículo de Cano, Panizo, García y Rodríguez (2015) se hace referencia a la importancia de la competitividad para el desarrollo y sostenibilidad en el tiempo de una compañía, además de la competencia que exige cada vez más a las regiones a asegurar la estabilidad de empleo, el aumento de la riqueza y estabilidad de los pobladores de la región a la que están

influyendo dando mucha importancia a la competitividad regional y empresarial, aspectos que se desarrollan y toman mucha importancia en el momento en que se aplica la logística en todos y cada uno de los aspectos a desarrollar en un proyecto o en una empresa. Toda estructura de competitividad debe ser sostenible teniendo en cuenta los recursos tangibles e intangibles que se tienen a disposición y las variables o factores que le ofrecen el sector público y privado. La competitividad sostenible requiere que los recursos que están obsoletos sean reemplazados continuamente, renovando las estructuras obsoletas de las instituciones nacionales y regionales. (Maskell & Malmberg, 1999)

Miremos a continuación que son los agregados pétreos, sus características, tipos de agregados y algunas aplicaciones de estos importantes materiales.

## **4.2 AGREGADOS PÉTREOS**

Según Padilla (2003), los agregados pétreos “son materiales granulares sólidos inertes que se emplean en los firmes de las carreteras con o sin adición de elementos activos y con granulometrías adecuadas”. Estos materiales tienen múltiples aplicaciones y usos industriales, se usan por ejemplo para la fabricación de productos artificiales resistentes como concretos y bases asfálticas, usando mezclas con materiales aglomerantes que funcionan con activación hidráulica como el cemento y la cal, o usando ligantes. (Smith & Collins, 1994).

Para Espinosa (2019), los agregados pétreos y/o áridos son “un conjunto de materiales de composición mineral, naturales o artificiales, generalmente inertes, usados en la construcción de obras civiles”. Estos agregados, son materiales naturales que provienen de una actividad extractiva de rocas que realiza procesos de fragmentación ya sean naturales como el intemperismo y la abrasión o mediante procesos físicos hechos por el hombre como trituración o voladuras, cualquiera sea el caso, estos materiales tienen unas propiedades físicas (densidad, porosidad, textura, resistencia y composición mineralógica de la roca madre) que se conservan después de estos procesos y que son determinantes en la duración, estabilidad, economía y eficiencia de las obras civiles. (Gutiérrez de López, 2003).

Finalmente, los agregados son materiales naturales seleccionados que se someten a tratamientos de descomposición, trituración, separación, lavado, cribado, mezcla y que son usados industrialmente para la elaboración de carreteras, bases, edificaciones y productos artificiales, mediante mezclas aglomerantes de activación hidráulica o con fuertes ligantes asfálticos resistentes al desgaste. (Aguilar, Gómez & Mejía, 2010)

### **4.2.1 Tipos De Agregados Pétreos**

Los agregados pétreos se pueden clasificar de acuerdo con su procedencia y de acuerdo a su finalidad o técnica utilizada para su aprovechamiento. De acuerdo con esto podemos encontrar los siguientes tipos de agregados (Padilla, 2003):

- Agregados Naturales. Son aquellos que solo requieren o han tenido una distribución de tamaño que es necesaria para adaptarse a las exigencias de su disposición o uso final.
- Agregados de Trituración. Son aquellos que se obtienen después de un proceso de trituración o fragmentación de rocas de cantera o de remanentes de agregados naturales por su gran tamaño. En esta categoría se incluyen los materiales cantereables que tengan las propiedades físicas y químicas adecuadas para su determinado uso
- Agregados Artificiales. Son los subproductos de procesos industriales, es decir, materiales que sobran de actividades industriales como demoliciones. Estos materiales son la escoria de otros procesos y pueden ser reutilizables y reciclables
- Agregados Marginales. Son los materiales que no cumplen con ninguna de las especificaciones del mercado o que no pueden ser usados en ninguna industria, es decir, materiales que no caben en ninguna de las categorías anteriores.

Para los agregados pétreos podemos encontrar diferentes clasificaciones según el autor al que nos dirijamos, cada uno de ellos tiene enfoques diferentes y una perspectiva igualmente válida que la de los demás. Algunas otras clasificaciones de los agregados pueden ser las siguientes:

Los agregados también pueden ser clasificados por su tamaño. En este punto encontramos dos principales categorías: los agregados finos y los agregados gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas que tienen tamaños de partícula que van desde 5 mm hasta mayores de 60  $\mu\text{m}$ ; los agregados gruesos son todos los materiales cuyas partículas son mayores a 5 mm y hasta 125 mm (Neville, 1999).

Los agregados también pueden ser clasificados por su peso específico, teniendo tres categorías, los agregados ligeros, los agregados normales y los agregados pesados; de acuerdo con cada categoría, estos materiales son aptos para la producción de determinados concretos que varían en su peso específico, el cual es una característica de este material. (Alatorre & Uribe 1998).

Otra clasificación que encontramos para los agregados es según su procedencia, es decir de la manera en que se obtienen y esta es (Blázquez, 2000):

- Áridos naturales: En este grupo entran los materiales que están o han sido fragmentados por procesos naturales, lo cual permite que se empleen de la forma en

que se encuentran en la naturaleza, sometiénolos únicamente a procesos de selección, refinado y clasificación

- Áridos artificiales o de machaqueo: Son los materiales que se obtienen mediante la separación de macizos rocosos por medio de procesos de voladura con explosivos. Estos materiales requieren de un tratamiento mayor al de los áridos naturales por que deben ser procesados en plantas de trituración, en donde el material es después separado, limpiado y clasificado.
- Áridos pétreos sintéticos industriales: En este grupo están todos los materiales que son subproductos de algunos procesos industriales procedentes de demoliciones, calcinaciones o reciclado de firmes existentes, también los áridos manufacturados con características mejoradas pertenecen a este grupo de materiales

#### **4.2.2 Propiedades de los Agregados Pétreos**

Las propiedades de los agregados pétreos se pueden considerar de dos maneras diferentes; la primera es mirando los agregados como un elemento individual o la segunda es mirándolos como un conjunto de elementos (Padilla, 2003).

- Propiedades Individuales: Dentro de las propiedades individuales se presentan dos grupos, las propiedades físicas macroscópicas y las propiedades químicas macroscópicas. Las físicas macroscópicas son dimensión, forma, redondez, densidad, propiedades de superficie, porosidad, permeabilidad, dureza superficial, módulo elástico, conductividad térmica, dilatación, etc y las químicas macroscópicas son: solubilidad, alterabilidad, hinchamiento, etc (Padilla, 2003).
- Propiedades de Conjunto: Las propiedades de conjunto se miran en los agregados como un todo y se miran de acuerdo con su redondez y su desgaste, porque de acuerdo con estas características se determina que tan resistentes será el material en su conjunto. (Padilla, 2003).
- Propiedades Químicas: de acuerdo con la composición mineralógica de la roca madre los agregados poseen ciertas características, estas características son inertes ya que no reaccionan con los demás constituyentes de la roca o de mezclas, sin embargo, desde 1946, se ha evidenciado que algunos agregados tienen reacciones en las mezclas de algunos concretos (Padilla, 2003).
- Propiedades Físicas: Son las que se mencionan a continuación en la Tabla 4 (Padilla, 2003)

Tabla 4. Propiedades físicas de los agregados pétreos. Tomado de Padilla (2003)

<b>PROPIEDAD FÍSICA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Granulometría	Esta propiedad hace referencia al tamaño de las partículas y al porcentaje de distribución de estas en la composición del agregado.

	Esta propiedad se determina realizando un análisis granulométrico el cual se desarrolla cogiendo una muestra de material y haciéndolo pasar por una serie de tamices los cuales separan la muestra por tamaños.
Textura	Esta propiedad de los agregados es una propiedad que viene directamente de la composición de la roca madre de la cual provienen los agregados. En este caso la roca madre es responsable de la adherencia de las partículas y de la fluidez con que este se comporte en las mezclas con el concreto. De acuerdo con esta característica un agregado se puede clasificar en lizo o rugoso, cabe anotar que esta característica está directamente relacionada con la forma, el tamaño, la estructura, composición y dureza de la roca original.
Densidad	Esta propiedad también depende directamente de la roca original de la que se derivó el agregado. La densidad es la relación entre el peso y el volumen de un elemento. En esta característica hay que tener en cuenta que las rocas están compuestas de diferentes minerales y que hay poros y vacíos en su estructura los cuales pueden estar llenos con agua, por eso es bueno hacer la diferencia entre una densidad en seco y una densidad en húmedo.
Densidad absoluta	Es la relación entre el peso de la masa de agregado y el volumen que ocupan solo sus partículas sólidas.
Porosidad y absorción	La porosidad de un mineral o un agregado está relacionada directamente con la adherencia y la resistencia a la compresión y flexión. El comportamiento de una roca frente a las condiciones de intemperismo, congelamiento y deshielo dependen directamente de la porosidad. La porosidad no es más que la capacidad que tiene una roca de absorber agua o cualquier otro líquido y esta característica está relacionada directamente con la cantidad de poros o intersticios y de la continuidad de estos en la estructura de la roca.
Resistencia	La resistencia de las obras civiles está directamente relacionada con la resistencia de los materiales empleados para su construcción. La resistencia esta estrechamente ligada con la resistencia que tienen los granos de cada partícula para ser deformadas o fraccionadas, esta característica se puede ver afectada por procesos inadecuados de trituración o de voladura que crean fallas en la estructura de la roca.
Tenacidad	La tenacidad es la resistencia que tienen los agregados y los materiales a un impacto que reciban. Esta característica es muy importante, ya que si un material tiene baja resistencia al impacto, este puede cambiar su granulometría fácilmente, cambiando las propiedades de

	las mezclas para las que fue utilizado modificando la resistencia de una obra.
Adherencia	Es la capacidad que tiene un material de compactarse o de unir sus partículas ya sea con ayuda de un medio aglutinante o no. Es una propiedad que está relacionada directamente con la resistencia y la durabilidad de los concretos y las obras civiles. El aglutinamiento de las partículas, la adherencia y compactación dependen directamente de la forma, la textura, el tamaño de las partículas del material.
Dureza	Es la resistencia que tiene un material a ser dañado por el roce o por el contacto con otros materiales por el desgaste diario Esta propiedad es una de las más importantes para considerar en el momento de usar un material para la construcción de carreteras o pisos.

Otras características de los agregados pétreos, diferentes a la resistencia, tales como composición mineralógica, forma, tamaño, textura y dureza también pueden afectar su resistencia a los esfuerzos y definir su aplicación. (Ezeldin & Aitcin 1991).

#### ***4.2.3 Consideraciones Acerca del Empleo de los Agregados Pétreos***

Los agregados pétreos tienen muchas aplicaciones y una de ellas, quizá la más común, es la elaboración de firmes y de mezclas asfálticas para la construcción de pavimentos, para esto se debe de considerar siempre que el buen desempeño de un material el cual depende de las siguientes consideraciones (Padilla, 2003):

- Naturaleza e identificación: En este punto se determina la naturaleza petrográfica del material, cuál es su grado de alteración de los componentes mineralógicos, las propiedades químicas y la porosidad.
- Propiedades geométricas: En este punto se estudia la distribución granulométrica de la composición del mineral, que determinan principalmente la forma y la angulosidad de cada una de las partículas.
- Propiedades mecánicas: Parámetros básicos de resistencia a la abrasión, al pulimiento y al desgaste
- Ausencia de impurezas: Los agregados pétreos usados en la construcción de pavimentos y mezclas asfálticas deben estar limpios de impurezas para que no afecten el comportamiento del material. La presencia de impurezas en las mezclas puede causar degradación de los materiales o baja resistencia.



- **Inalterabilidad:** Analizar las posibles degradaciones que tiene un material es muy importante en el momento de usar los agregados en mezclas para obras, los materiales evolutivos se deben usar con especiales cuidados y máxima precaución para evitar comportamientos que estén fuera de lo normal y que puedan dañar las capas de un vaciado o un concreto o un asfalto.
- **Adhesividad:** La afinidad de los agregados con los ligantes asfálticos es muy importante en la construcción de pavimentos y mezclas, ya que de presentarse estos problemas se debe usar activantes que garanticen el comportamiento adecuado de la mezcla realizada.

#### ***4.2.4 Aplicaciones de los Agregados Pétreos***

Para Gutierrez (2003), los agregados hacen parte fundamental de la durabilidad, estabilidad, resistencia, costos y economía de las obras civiles porque constituyen gran parte de la composición de las mezclas usadas para tales fines. Por ejemplo, para una mezcla de concreto hidráulico los agregados constituyen entre 65% y el 85%, para un pavimento entre el 75% y el 90% y para un concreto asfáltico entre el 92% y 96%. Los agregados sólidos inertes son usados comúnmente en los cimientos y los firmes de las carreteras, en algunos casos se usan aditivos y es muy importante usar siempre materiales con las granulometrías adecuadas, estos materiales se usan también para la fabricación de materiales artificiales resistentes mediante mezclas aglomerantes con activación hidráulica como cementos y cales o con ligantes asfálticos (Smith & Collis, 1994).

En la economía colombiana, el sector de la construcción juega un papel muy importante y se destaca como uno de los principales por que impulsa el desarrollo de varios tipos de industria y hace uso de una gran cantidad de mano de obra calificada y no calificada. En la industria de la construcción los avances tecnológicos van de manera paralela y constante al desarrollo de nuevas técnicas y productos que garantizan cada vez más la calidad de las obras y de los materiales utilizados como agregados, triturados, rocas, ladrillos, cemento, concreto, etc. (Lozano, 2005)

Los avances tecnológicos en esta industria hacen necesaria la relación y cooperación de diferentes disciplinas usando los conocimientos de otras áreas como la petrografía, rama de las ciencias geológicas que se encarga de estudiar la clasificación y la descripción científica de los minerales y las rocas a partir de un análisis en el microscopio, usando la mineralogía óptica. (Smith & Collis, 1994).

#### ***4.2.5 Génesis de los depósitos de agregados pétreos***

Los depósitos de agregados pétreos son el producto de una concentración natural generada por múltiples procesos fluviales que arrastran material meteorizándolo, fragmentándolo y arrastrando las partículas mineralógicas que componen la roca del basamento. Estas

partículas que son sometidas a procesos de meteorización natural son sometidas a procesos de transporte por corrientes fluviales, las cuales se depositan mediante un proceso denominado sedimentación. (Ministerio de mina y Energía de Colombia, 2013)

En la génesis de los agregados pétreos como material de arrastre se consideran tres fases: erosión, transporte, y depositación, que corresponden a una sola actividad singular. Según Kondolf (1997) se puede decir que la génesis de los agregados pétreos se asemeja a un sistema de banda transportadora en donde el cauce del río es el mecanismo de transporte y de transición entre los procesos de erosión y depositación.

Para el desarrollo de los procesos de formación de los depósitos de agregados pétreos hay que considerar una serie de factores incidentes como son: (Ochoa, Ordoñez & Satizabal, 1981)

- El gradiente de corriente (pendiente de la superficie del agua) que influye en la velocidad. - La profundidad y amplitud del cauce, área de la sección transversal y perímetro mojado.
- El caudal y su regularidad (entiéndase caudal como agua y sedimentos en m<sup>3</sup> /s).
- La forma y regularidad de la sección transversal del cauce.
- La dirección o alineamiento del canal.
- Resistencia de las paredes y el fondo del cauce, su aspereza y rugosidad.
- La carga de sedimentos que recibe la corriente.
- La competencia y la capacidad de la corriente.

Los procesos que intervienen en la génesis de los agregados pétreos como materiales de arrastre (erosión, transporte y sedimentación), se describen a continuación (Ministerio de mina y Energía de Colombia, 2013):

### **Erosión**

- Socavamiento linear en el fondo y en los lados del valle: este factor está directamente relacionado con el caudal de corriente del afluente, la constancia de los caudales, el gradiente de inclinación del cauce y la resistencia de los materiales.
- Desprendimientos y desplomes laterales de materiales: se dan debido a la presencia y efectos del agua de infiltración la cual genera socavamientos por la corriente de agua en la base de las paredes de los valles.
- Erosión por el agua precipitada en la cabecera de los valles erosiónales: Este fenómeno produce una reducción de la altura de las divisiones de la roca, es decir, produce una regresión progresiva y alargamiento de los valles

### **Transporte**

En este proceso los materiales aluviales son transportados por el agua, achicados, modificados por el choque contra las paredes del cauce y redondeados, siendo separados por tamaño, forma y densidad (Ministerio de mina y Energía de Colombia, 2013).

La carga de sedimentos transportada por las corrientes y sus fuentes se clasifica como (Ministerio de mina y Energía de Colombia, 2013):

- Detritos y solutos proporcionados por los procesos de pendiente (denudación en general).
- Sedimentos desprendidos del propio lecho del río.
- Materiales producidos por la erosión y remoción gravitacional de las bancas u orillas del cauce.
- Depósitos re trabajados de terraza y planos inundables.
- Detritos producidos por acción glacial.
- Carga de desechos minerales y orgánicos que el hombre arroja a las corrientes.
- Los materiales eólicos (arenas, loes, cenizas) que caen directamente sobre las corrientes.

### **Deposición**

Los procesos de depositación de materiales están completamente influenciados y controlados por los procesos de sedimentación diferencial, los cuales están en función de las características de los materiales que están siendo transportados, el tamaño, la forma, la composición, la densidad y la carga. Los cantos más grandes son los materiales que primero se detienen y se depositan, después de estos se comienzan a depositar las gravas gruesas seguidas por las gravas medias y después por las arenas, arcillas y limos. (Ministerio de mina y Energía de Colombia, 2013).

## 5. METODOLOGÍA

A lo largo de esta sección encontraremos el enfoque de cada uno de los objetivos y la metodología que se desarrolla para cumplir a cabalidad cada uno de ellos. En la Tabla 5 se mencionan cada uno de los objetivos y la metodología a implementar, más adelante entraremos más en detalle de cómo se va a desarrollar cada una de estas metodologías y como se piensa cumplir con el objetivo.

Tabla 5. Metodologías para el desarrollo de objetivos

OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA
Objetivos Específicos		
Identificar un método de explotación los agregados que se adapte a las condiciones de la zona y del material a explotar, que permita clasificarlos y determinar su uso de acuerdo a sus características y propiedades.	PROCESO PRODUCTIVO	Realizar muestreos para identificar las características del depósito y del material a explotar y proponer un método de explotación que sea económica y estructuralmente viable con las condiciones del negocio
Diseñar una estructura administrativa que soporte y desarrolle efectivamente un proyecto de extracción de gravas, asociado a los proyectos de infraestructura de la región del bajo cauca antioqueño.	SOSTENIBILIDAD	Proponer una estructura administrativa que sea económicamente viable y que su estructura se adapte al proyecto teniendo en cuenta la estructura administrativa de la principal actividad extractiva
Definir los parámetros que determinan la viabilidad financiera, económica, social y ambiental para la explotación e implementación de un proyecto de extracción de agregados pétreos, identificando los puntos críticos y el mercado de interés para el desarrollo de dicho proyecto	LOGÍSTICA	Realizar un estudio financiero y económico que determine la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta los aspectos sociales y ambientales que influyen en el desarrollo del proyecto
Determinar el valor agregado que otorga el desarrollo de un proyecto de extracción de agregados pétreos a una compañía que tiene como actividad principal la extracción de un mineral diferente que está directamente relacionado	SUBPRODUCTOS	Determinar de manera cualitativa el valor agregado y los impactos directos que el desarrollo de una actividad extractiva nueva genera en la región involucrada

Determinar un método de medición de los impactos generados en los <i>stakeholders</i> a causa del desarrollo de un proyecto de extracción de agregados pétreos	IMPACTO SOCIAL	Listar las nuevas actividades que se generan por el desarrollo de una nueva actividad minera y cuáles son los stakeholders beneficiados.
--	----------------	--

## 5.1 PROCESO PRODUCTIVO

En este punto se realizarán una serie de muestreos a lo largo de los territorios aptos para la explotación. Estas muestras deben ser recolectadas en costales y se realizan en puntos aleatorios del carguero, abarcando toda el área y tratando de establecer una homogeneidad y una muestra completa de todo el territorio. En el momento que se toman las muestras, estas son llevadas a un laboratorio para realizar una serie de pruebas que determinarán si el material es competente o no para los fines que se necesite. Las pruebas que se desarrollarán serán las siguientes:

- Características físicas de arena gruesa
- Registro de densidad y absorción
- Registro de equivalente de arena
- Registro de ensayo de azul de metileno
- Granulometría
- Compactación
- Tiempos de caída y sedimentación de agregados finos
- Resistencia al desgaste
- Sanidad de agregados por ataque con sulfato de magnesio

## 5.2 SOSTENIBILIDAD

De acuerdo con la información y las necesidades del proyecto, se plantea una estructura administrativa que soporte el funcionamiento del nuevo proyecto, pero que esté completamente ligada con la estructura de la compañía Mineros S.A, es decir, la creación de este nuevo proyecto no se pretende crear como una empresa independiente y de hecho no se puede crear de esta manera porque habría que realizar las modificaciones en el PTO y en las licencias ambientales, entonces aprovechando la figura de explotación de un subproducto el material se puede extraer sin ningún inconveniente y sin realizar modificaciones en licencias y permisos ambientales y planes de trabajos y obras (PTO)

### **5.3 LOGÍSTICA**

Después de tener las características y propiedades del material, las cuales se determinan con los ensayos realizados en la metodología del objetivo de Proceso Productivo, se procede (con las proporciones de materiales), a sacar el estimado de las reservas y a desarrollar el respectivo flujo de caja del proyecto y análisis financiero y económico del proyecto. Este análisis contara con:

- Descripción de las variables económicas
- Inversiones
- Ingresos del proyecto
- Egresos del proyecto
- Plan de amortización
- Estado de los resultados
- flujo de caja.

### **5.4 SUBPRODUCTOS**

De una forma cualitativa se determina cuáles son los principales factores positivos que el desarrollo de una nueva actividad minera trae a una región que ya tiene unas actividades económicas ya establecidas. En la zona donde se desarrolla el proyecto de extracción de gravas aluviales es una zona minera, por lo cual una actividad similar afecta de manera positiva la economía local, generando empleo con personas capacitadas y que tienen la experiencia y habilidades para las funciones.

### **5.5 IMPACTO SOCIAL**

Cuando una nueva actividad minera e desarrolla, hay varias actividades locales que se ven favorecidas y los stakeholders son los primeros que notan el cambio. Para el impacto social, se identificará cuáles son las actividades que se desarrollan y que se ven directamente favorecidas por el desarrollo de un proyecto de extracción de gravas aluviales.

## 6. RESULTADOS

En esta sección conoceremos los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de este proyecto. En cada una de las subsecciones abordaremos un tema diferente que nos mostrara y que nos llevara a determinar la viabilidad del desarrollo de un proyecto de explotación de agregados pétreos.

En la subsección 6.1 se darán a conocer las especificaciones del bloque que se va a explotar, las coordenadas del polígono de explotación, características del bloque, áreas y volúmenes estimados del material, el método de explotación propuesto, los planos que se tienen de la zona de interés, las reservas y los recursos calculados. En la subsección 6.2 encontraremos la descripción de los procesos del beneficio de oro y de los agregados, los productos que se van a obtener una vez el material sea clasificado por la planta de beneficio o planta clasificadora, es decir, la descripción de los procesos unitarios que llevan a la obtención de los productos finales. En la subsección 6.3 encontraremos las características físicas del material que se va a explotar, se da una descripción del proceso de muestreo, del desarrollo del mismo y de los resultados de las diferentes pruebas de laboratorio que se le realizan al material para determinar si este es apto o no para las aplicaciones que se tienen previstas. En la subsección 6.4 encontraremos el detalle del estudio financiero y económico, las variables económicas, inversiones, egresos e ingresos, plan de amortización, estado de resultados, flujo de caja y punto de equilibrio. En la subsección 6.5 encontraremos una descripción de la nueva propuesta estructural de la compañía, los nuevos cargos generados y la descripción de las funciones de cada uno de estos puestos y en la subsección 6.6 una breve descripción de la viabilidad social y ambiental del proyecto.

### 6.1 EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS

Debido a las actuales iniciativas nacionales de adelantar proyectos de infraestructura vial que beneficiarán a la región del Bajo Cauca para mejorar el transporte de carga y pasajeros desde Medellín hasta la Costa Atlántica, se crea un mercado importante para los materiales de construcción de la subregión y por ello es necesario que se tengan las fuentes de material adecuados y competentes para la construcción de estas importantes obras.

El aluvión evaluado, cuenta con una considerable cantidad de gravas y arenas que fueron depositadas hace varios años a lo largo de las orillas del río Nechí desde el sitio conocido como Dos Bocas hasta la vereda Santa Margarita.

*De acuerdo con los levantamientos hechos en los cargueros de las zonas anteriormente explotadas, se identificaron dos explotadas, se identificaron dos áreas estratégicas, la primera con un volumen aproximado de 6'488.683 m<sup>3</sup>, este carguero de 6'488.683 m<sup>3</sup>, este carguero se ubica entre el caño Coco Hondo y el río Nechí, área conocida como La Isla, dicho bloque es el de mayor interés pensando en el suministro de gravas para el posible proyecto de gravas para el posible proyecto de infraestructura vial que se desarrollará en la vía Zaragoza – Cauca. En*

Figura 4 se observa la ubicación de esta área, así como en la Tabla 6 se presentan las coordenadas que delimitan el bloque de interés.

Tabla 6. Coordenadas área de interés 1 para la explotación de agregados.

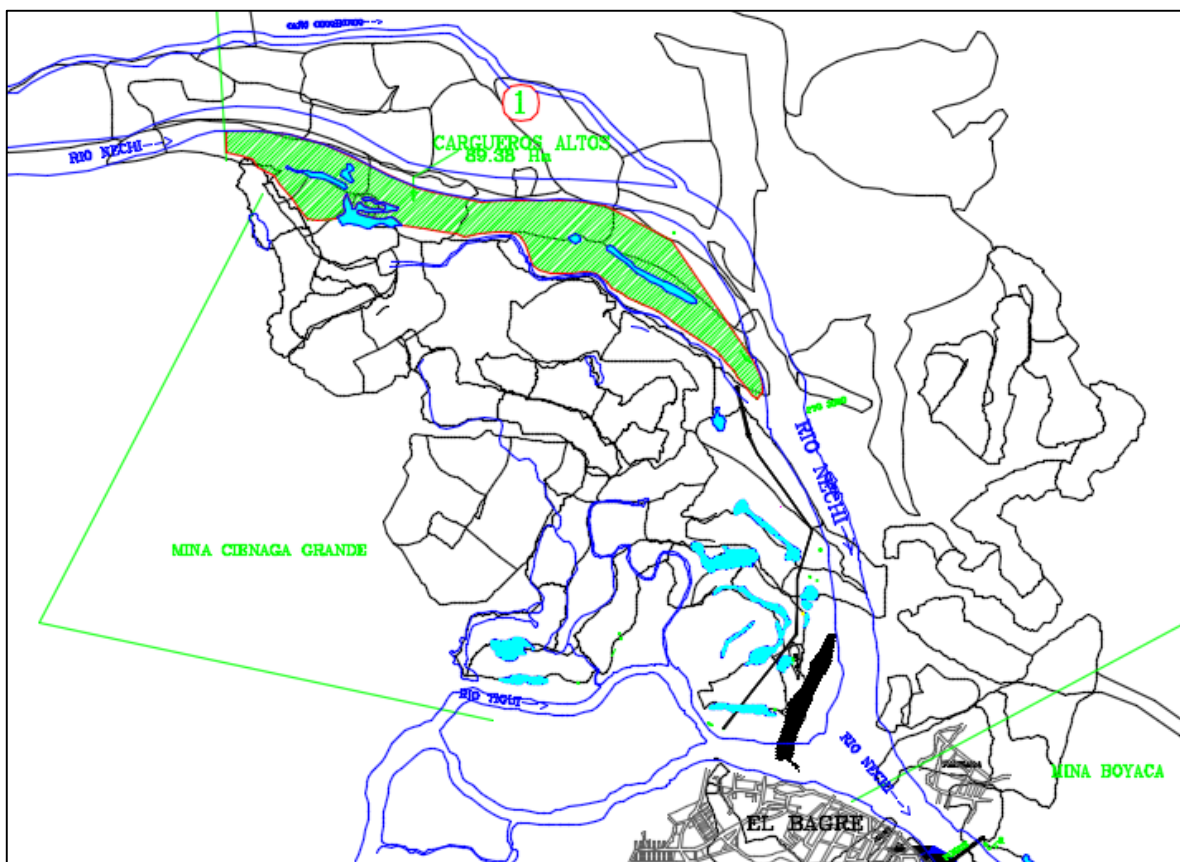
<b>BLOQUE CARGUERO No. 1</b>					
<b>VÉRTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>			
1	915308.05	1329926.45	28	916205.14	1331593.20
2	915334.05	1330032.45	29	916171.28	1331535.48
3	915357.05	1330140.45	30	916130.56	1331478.63
4	915391.05	1330308.45	31	916092.42	1331420.49
5	915389.05	1330424.45	32	916058.81	1331374.62
6	915389.05	1330717.45	33	916021.97	1331314.54
7	915388.05	1330844.45	34	915999.82	1331277.18
8	915411.05	1331020.45	35	915981.72	1331235.19
9	915611.05	1331389.45	36	915963.62	1331193.84
10	916290.05	1331858.45	37	915942.94	1331147.97
11	916350.05	1331889.45	38	915913.85	1331106.62
12	916368.35	1331896.77	39	915882.83	1331055.59
13	916400.00	1331907.16	40	915850.51	1331021.35
14	916432.29	1331914.71	41	915820.13	1330987.11
15	916456.54	1331915.34	42	915796.86	1330958.68
16	916479.05	1331912.45	43	915789.11	1330912.17
17	916493.05	1331904.45	44	915791.69	1330893.43
18	916502.05	1331893.45	45	915797.32	1330826.49
19	916518.05	1331883.45	46	915801.85	1330765.12
20	916513.05	1331873.45	47	915797.97	1330706.98
21	916498.05	1331857.45	48	915786.34	1330642.37
22	916413.91	1331794.77	49	915752.08	1330601.67
23	916393.23	1331772.16	50	915701.65	1330585.61
24	916361.56	1331748.25	51	915641.54	1330566.87
25	916311.14	1331706.26	52	915596.95	1330536.51
26	916275.59	1331679.13	53	915573.03	1330507.44
27	916240.04	1331642.30	54	915563.98	1330454.46
			55	915565.27	1330388.57
			56	915575.62	1330295.54



57	915596.95	1330212.20
58	915576.80	1330166.46
59	915562.58	1330094.10
60	915547.07	1329984.27
61	915523.10	1329851.43
62	915502.42	1329826.23
63	915486.26	1329811.37
64	915475.92	1329798.45
65	915475.92	1329777.13
66	915484.97	1329755.17
67	915488.84	1329729.97
68	915485.61	1329707.36
69	915483.67	1329675.71
70	915472.69	1329640.17
71	915459.76	1329611.10
72	915448.12	1329595.60
73	915438.43	1329606.58
74	915440.37	1329627.90
75	915450.06	1329642.11
76	915452.65	1329650.51
77	915447.48	1329666.66
78	915446.83	1329693.80
79	915453.30	1329718.99
80	915455.88	1329735.79
81	915449.42	1329771.32
82	915444.25	1329804.91
83	915441.01	1329827.53
84	915426.79	1329835.92
85	915421.62	1329827.53
86	915415.81	1329795.22
87	915397.06	1329751.94
88	915392.54	1329722.22
89	915378.96	1329689.92
90	915369.92	1329662.14
91	915366.04	1329642.11
92	915375.73	1329629.84
93	915385.43	1329636.30
94	915388.01	1329655.68
95	915389.95	1329679.58
96	915400.29	1329704.78
97	915406.76	1329734.50

98	915417.75	1329759.05
99	915431.32	1329762.28
100	915439.72	1329753.23
101	915433.90	1329732.56
102	915434.55	1329708.01
103	915431.32	1329685.40
104	915425.50	1329659.56
105	915422.92	1329641.47
106	915406.76	1329627.25
107	915396.42	1329614.33
108	915401.59	1329599.47
109	915431.97	1329587.85
110	915429.38	1329572.34
111	915410.64	1329565.88
112	915373.79	1329547.79
113	915346.65	1329543.27
114	915359.57	1329530.35
115	915383.49	1329522.60
116	915409.99	1329519.37
117	915423.56	1329527.12
118	915439.72	1329527.76
119	915462.34	1329523.89
120	915473.33	1329504.51
121	915483.67	1329489.65
122	915493.98	1329471.66
123	915495.92	1329373.47
124	915493.98	1329313.38
125	915436.46	1329270.75
126	915379.58	1329228.75
127	915288.05	1329157.45
128	915239.05	1329123.45
129	915197.05	1329033.45
130	915150.05	1329003.45
131	915129.05	1328940.45
132	915108.05	1328849.45
133	914985.93	1328851.15
134	914985.93	1329043.66
135	915003.73	1329206.37
136	915067.41	1329405.36
137	915103.89	1329497.93

Figura 4. . Área de interés 1 para la explotación de agregados pétreos. Fuente: Mineros S.A 2016



Esta área dista de 3 a 3,5 km hasta la intersección tanto con la vía Zaragoza – Caucasia como a la vía El Bagre - Escarralao. La alternativa de ruta que mejor se adapta al beneficio de estos agregados es ubicar la planta de trituración en el sitio de explotación y transportar cada tipo de material al sitio de entrega.

*El segundo bloque de mayor interés se nombró como Carguero No. 7 (ver*

Figura 5 y Tabla 7), dicha área está ubicada en el corregimiento de Buenos Aires Palizada, a un lado del puente que comunica esta localidad con el municipio de El Bagre. El volumen de material estimado es de 213.481 m<sup>3</sup>.

Figura 5. Área de interés 2 para la explotación de agregados pétreos. Fuente: Mineros S.A 2016

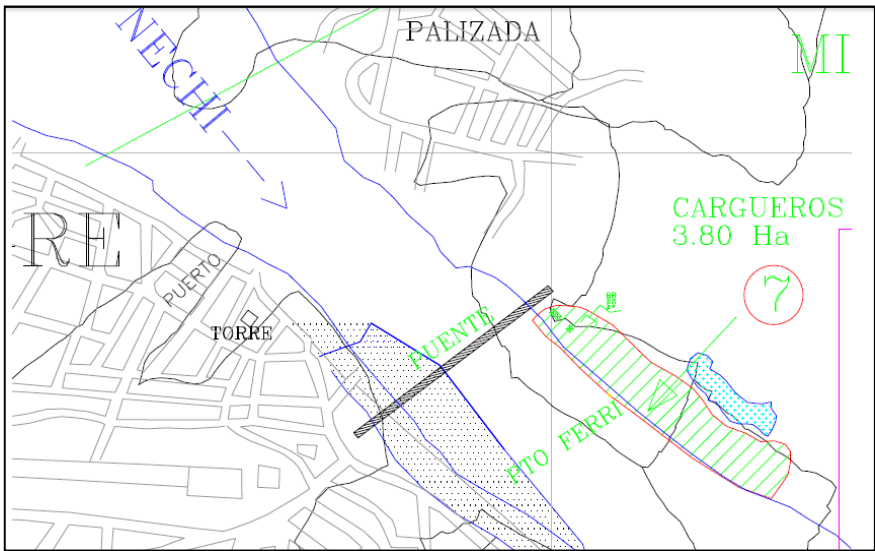


Tabla 7. Coordenadas área de interés 2 para la explotación de agregados.

BLOQUE CARGUERO No. 7				
VÉRTICE	ESTE	NORTE		
1	919067.31	1333264.22	7	919058.69   1333156.28
2	919051.05	1333236.45	8	919068.05   1333148.45
3	919046.76	1333225.90	9	919094.05   1333170.45
4	919044.81	1333208.86	10	919112.05   1333193.45
5	919043.59	1333187.68	11	919146.05   1333226.45
6	919049.20	1333168.94	12	919188.05   1333272.45
			13	919223.05   1333320.45
			14	919288.05   1333404.45

15	919336.05	1333481.45
16	919354.05	1333533.45
17	919329.05	1333551.45
18	919315.41	1333560.32
19	919296.10	1333564.18
20	919278.08	1333564.18
21	919266.49	1333555.82
22	919261.34	1333537.80
23	919262.63	1333515.93
24	919249.11	1333492.77
25	919237.53	1333460.60
26	919218.86	1333438.09
27	919196.34	1333423.29
28	919177.03	1333407.21
29	919157.07	1333378.90
30	919135.19	1333339.66
31	919121.03	1333324.86
32	919075.05	1333277.45

Aunque estas dos áreas se definen como las de mayor interés por su ubicación, en el levantamiento realizado por la División levantamiento realizado por la División de Planeación Minero Ambiental, se estimó un volumen de más de 35'000.000 m<sup>3</sup>, volumen de más de 35'000.000 m<sup>3</sup>, es decir, cerca de 70'000.000 de toneladas de gravas y arenas potenciales de arenas potenciales de aprovechamiento, las cuales se listan en la **Tabla 8**. La ubicación de cada uno de los bloques se puede ver en la

Figura 4 y

Figura 5.

Tabla 8. Recursos de materiales pétreos en cargueros antiguos.

<b>CARGUERO</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>
1	893.758	7,26	6.488.683
2	167.548	7,12	1.192.942
3	312.891	7,37	2.306.007
4	13.250	6,88	91.160
5	91.047	7,90	719.271
6	143.533	7,42	1.065.015
7	37.986	5,62	213.481
8	848.389	6,75	5.749.371
9	270.064	6,75	1.822.932
10	274.361	6,90	1.893.091
11	233.393	6,45	1.505.385
12	235.391	6,60	1.553.581
13	236.863	6,58	1.558.559
14	58.729	6,00	352.374

<b>CARGUERO</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>
15	139.455	6,40	892.512
16	67.180	6,30	423.234
17	135.306	6,20	838.897
18	50.719	6,35	322.066
19	104.590	6,48	677.743
20	93.073	6,80	632.896
21	115.364	6,50	749.866
22	220.096	7,20	1.584.691
23	89.515	6,37	570.211
24	211.302	6,80	1.436.854
25	499.945	6,75	3.374.629
26	158.301	7,00	1.108.107
Total	5.702.049	6.86	39.123.556

Fuente: Mineros S.A., 2016

Previo a la extracción de agregados pétreos en los bloques potenciales, se requiere la remoción de capa orgánica del área de interés (en caso de que exista), lo cual corresponde aproximadamente a los primeros 30 centímetros de profundidad. El material retirado se apilará en lugares demarcados para tal fin y, una vez explotado el bloque, se dispondrá sobre el nivel final (altura) del terreno. Tanto la remoción como el acarreo de material requieren un buldócer CAT-D-5 para el desarrollo de labores previas.

Una vez retirada la capa orgánica, se dará inicio al arranque de material con el uso de una retroexcavadora CAT-336 (equipo principal de excavación), que a su vez cargará dos volquetas con capacidad de 5 m<sup>3</sup> cada una. El material cargado será transportado hasta el punto de acopio y estará disponible para alimentar la planta de beneficio, por medio de un cargador frontal y una banda transportadora, a una rata de 100 m<sup>3</sup>/h.

Los subbloques de explotación tendrán aproximadamente 100 metros de largo y 70 metros de ancho, en los cuales se extraerá el material de interés hasta una profundidad promedio de 6 metros, siendo ésta la nueva cota con que quedará el terreno explotado y sobre la cual se depositará el material orgánico acopiado. La secuencia del trabajo es transversal al avance de la explotación, avanzando con un corte de 6 m de ancho. Una vez terminado el corte de todo el ancho del frente de explotación se avanza un nuevo corte y la excavadora se regresa en sentido contrario al del corte terminado, para evitar el movimiento innecesario de la máquina. Cabe destacar que el desarrollo de vías y rampas para el transporte de material no deberán sobrepasar el 8% de pendiente para garantizar la mejor eficiencia de las volquetas. (Ver Figura 6 y Figura 7)

Figura 6. Secuencia de la explotación minera del bloque de agregados.

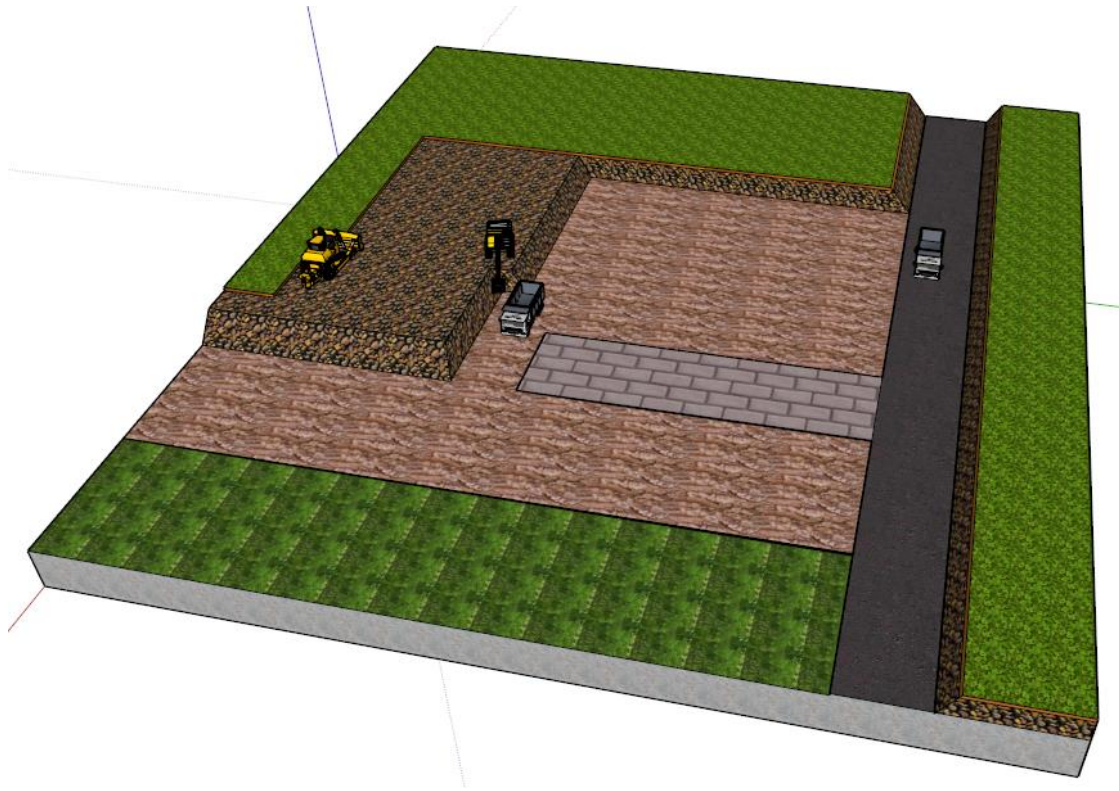


Figura 7. Secuencia de la explotación minera del bloque de agregados. Área de cargue





## **6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DEL BENEFICIO DE ORO Y AGREGADOS**

En la operación de extracción de agregados pétreos como subproducto de la explotación aluvial de oro, se instalará una planta con una capacidad de 100 m<sup>3</sup>/h para el beneficio del oro remanente que se encuentra en este material y que alimentará los procesos de trituración y clasificación de gravas y arenas. Esta planta de beneficio de oro tendrá un montaje de equipos similar a la planta del Proyecto Terrazas, cuyas descargas o colas alimentarán los procesos de trituración y clasificación de tamaño. En este sentido, se tendrán tres tipos de procesos:

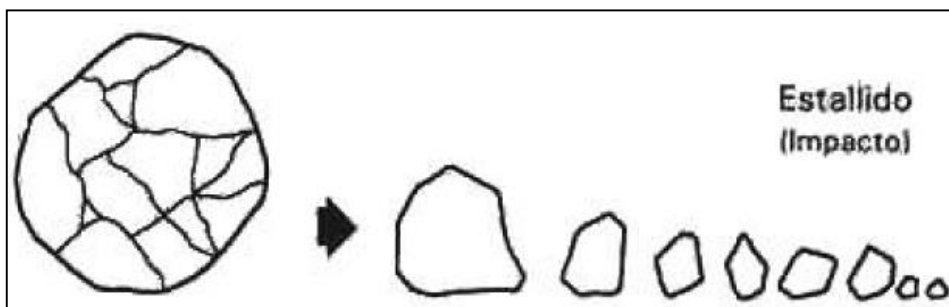
- Proceso de trituración.
- Proceso de clasificación.
- Proceso de concentración gravimétrica o lavado.

### **6.2.1 *Proceso de trituración***

La trituración del material se realizará con una trituradora de impacto que recibe todos los sobretamaños de la primera etapa de clasificación (material  $>3/8''$ ) y de los sobretamaños mayores a 1'' de la segunda etapa de clasificación que estarán en circuito cerrado con la trituradora. En esta etapa se garantiza que todo el material es reducido a 1''.



Figura 8. Efecto en las gravas mayores de 1" en el proceso de trituración.



### **6.2.2 Proceso de clasificación**

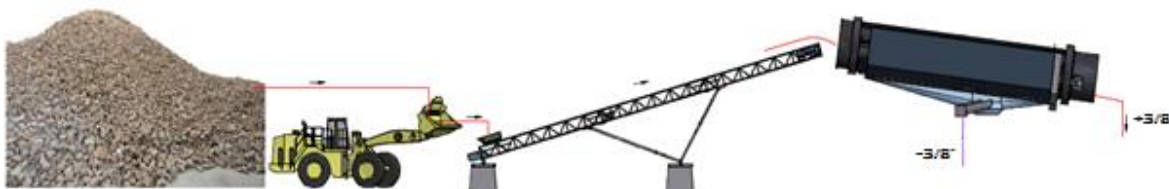
La clasificación del material se realizará en dos etapas que se describen a continuación:

#### ***Clasificación previa a trituración y concentración gravimétrica***

La criba giratoria recibe por medio de una banda transportadora el material primario, extraído directamente del carguero. De esta etapa resultan dos productos:

- El sobretamaño, material  $>3/8"$ , que se envía mediante una banda transportadora al proceso de trituración.
- El bajotamaño, material  $<3/8"$ , que alimentará los equipos de recuperación de la planta de beneficio de oro, por medio de la concentración gravimétrica de jigs y la limpieza del concentrado a través de un canalón hidráulico.

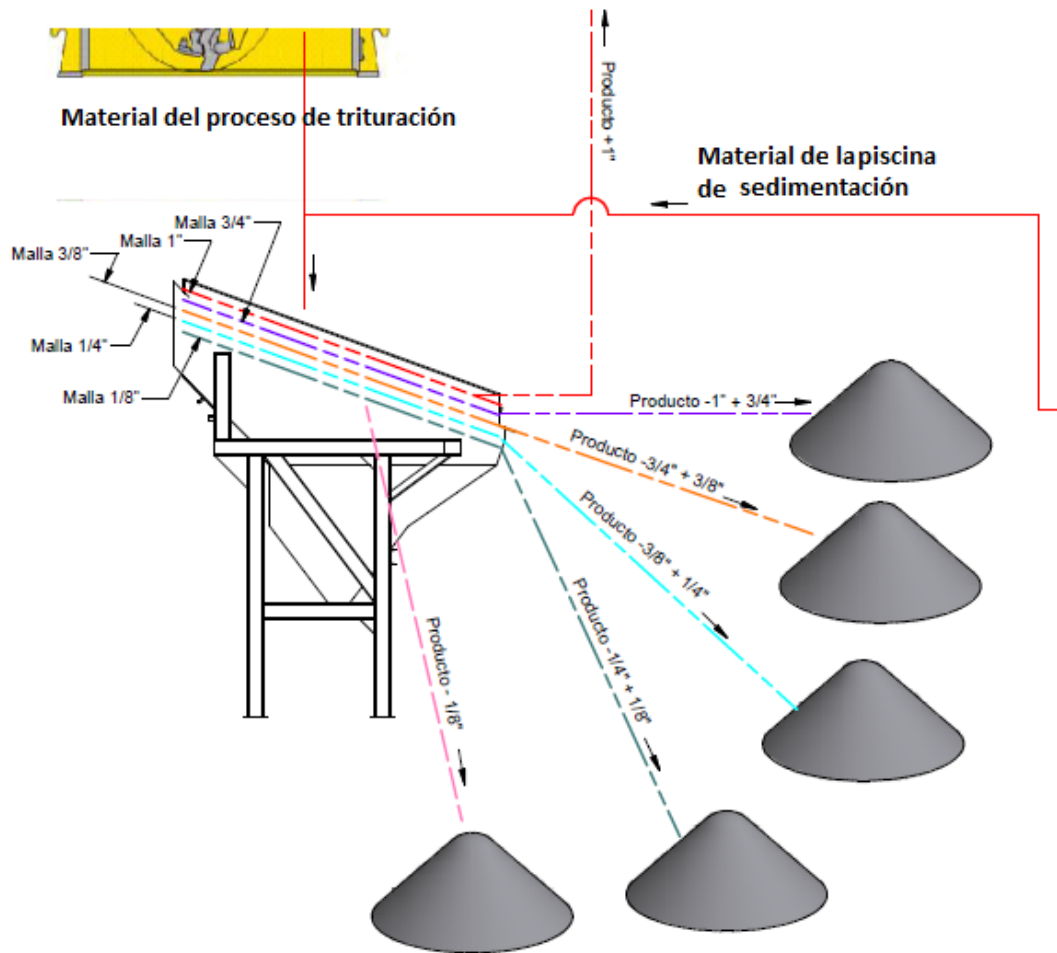
Figura 9. Zoom de la primera etapa de clasificación.



#### ***Clasificación posterior a trituración***

Esta etapa recibe el material triturado y también, por medio de una banda transportadora, las colas del sistema de recuperación, material que pasó por el proceso de concentración gravimétrica y que fue decantado en la piscina de sedimentación. La clasificación se realiza en seco, por medio de una zaranda intensiva de 5 mallas de clasificación; se generan 6 productos de diferentes granulometrías y de estos 6 productos sólo un producto, el material mayor de 1", se recircula al proceso de trituración y los 5 productos restantes se apilan como producto final para su venta. (Ver Figura 10).

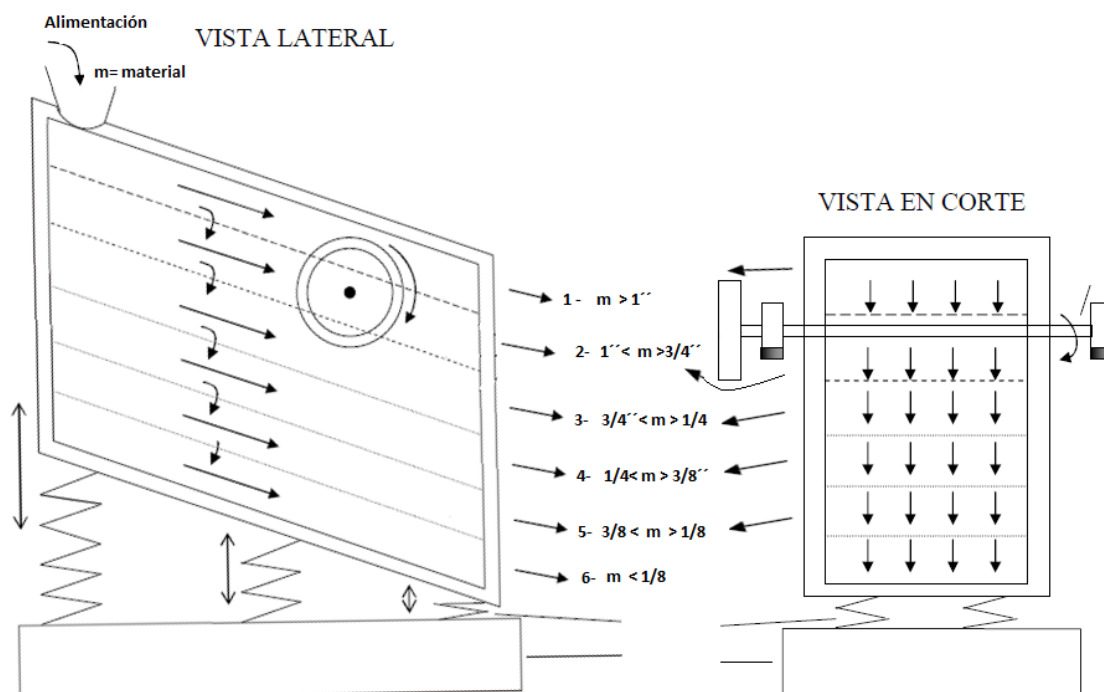
Figura 10. Zoom de la segunda etapa de clasificación.



Las 5 mallas que generan la clasificación del material son (ver Figura 11):

1. Malla de 1 pulgada.
2. Malla de 3/4 de pulgada.
3. Malla de 1/4 de pulgada.
4. Malla de 3/8 de pulgada.
5. Malla de 1/8 de pulgada.

Figura 11. Proceso de clasificación zaranda intensiva.



### 6.2.3 Proceso de concentración gravimétrica o lavado

En el proceso de beneficio de oro se aprovechan las características físicas, como el peso específico, de los distintos minerales que se extraen para lograr la máxima recuperación. En esta etapa se usarán equipos de concentración gravimétrica y otros procesos auxiliares como los que se describen a continuación:

- Conjunto de jigs (primarios, secundarios y terciario) tipo Cleveland.
- Un canalón convencional para el tratamiento de colas del sistema de recuperación.
- Un canalón hidráulico para la limpieza del concentrado del jig terciario.
- Piscina de sedimentación.
- Piscina de clarificación y recirculación de agua.

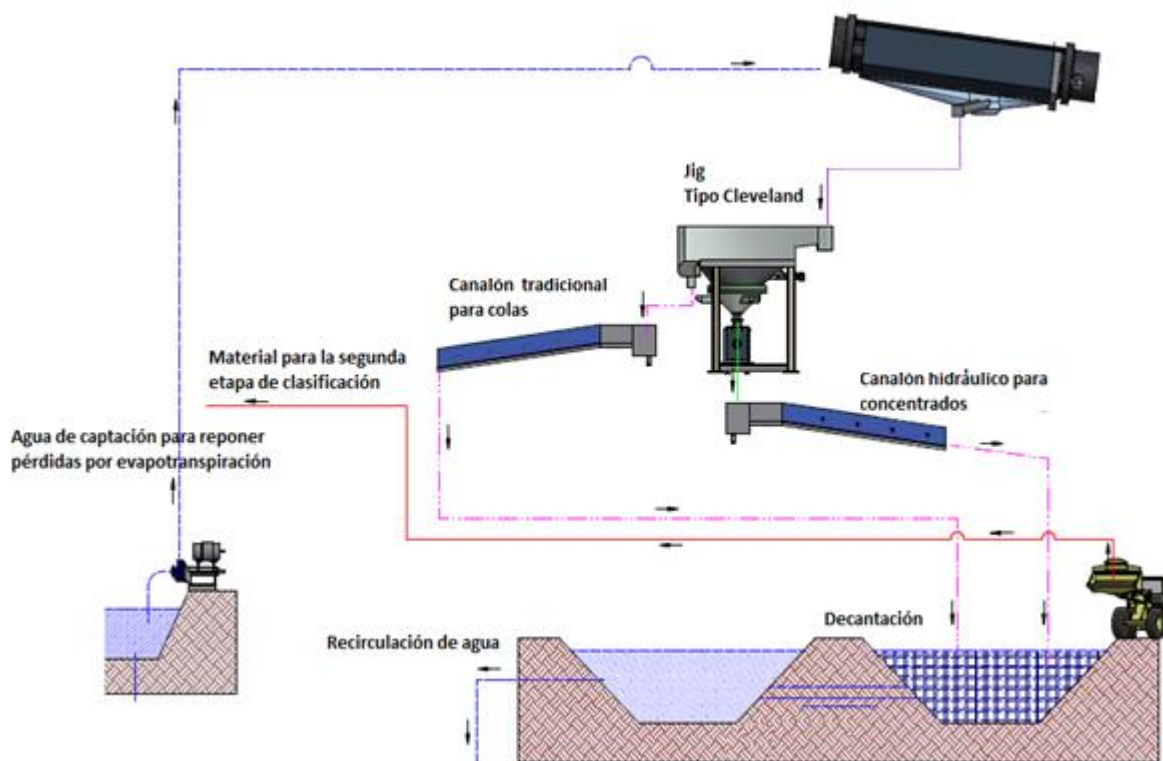
El proceso de concentración gravimétrica inicia con la recepción del bajotamaño de la criba giratoria, es decir, el material menor de  $3/8''$ , que es aproximadamente  $70 \text{ m}^3/\text{h}$ . En los jigs primarios se realiza la primera etapa de concentración, de la cual aproximadamente un 90% de la alimentación se evacúa como colas, compuestas por partículas livianas (densidad inferior a  $4 \text{ g/cm}^3$ ) y por partículas con tamaño superior a  $1/8''$ , y pasan a ser tratadas por un canalón tradicional que genera un concentrado de bajo tenor de 30 a 50 kilogramos de material cada 24 horas de trabajo. El 10% del material, que son minerales pesados que ingresan a los jigs primarios, es desbastado por medio de dos etapas adicionales de concentración gravimétrica (jigs secundarios y jig terciario, respectivamente) para luego ser tratado por un canalón hidráulico que genera un concentrado de alto tenor de 30 a 50 kilogramos aproximadamente cada 24 horas de trabajo.

El material del canalón de colas y el material del canalón de concentrados serán transportados a la planta de procesamiento y limpieza final del Departamento Metalúrgico en la zona industrial.

El material que no es atrapado en el canalón tradicional ni en el canalón hidráulico, y que corresponde aproximadamente a 70 metros cúbicos horas, pasa por gravedad a una piscina de sedimentación donde los sólidos se decantan y el agua se filtra de manera natural a otra piscina de clarificación por rebose. De esta manera el agua se recircula nuevamente al proceso de concentración gravimétrica o lavado. Así, el único consumo de agua que se requiere para el funcionamiento del proceso de concentración gravimétrica es el que se pierde por evaporación.

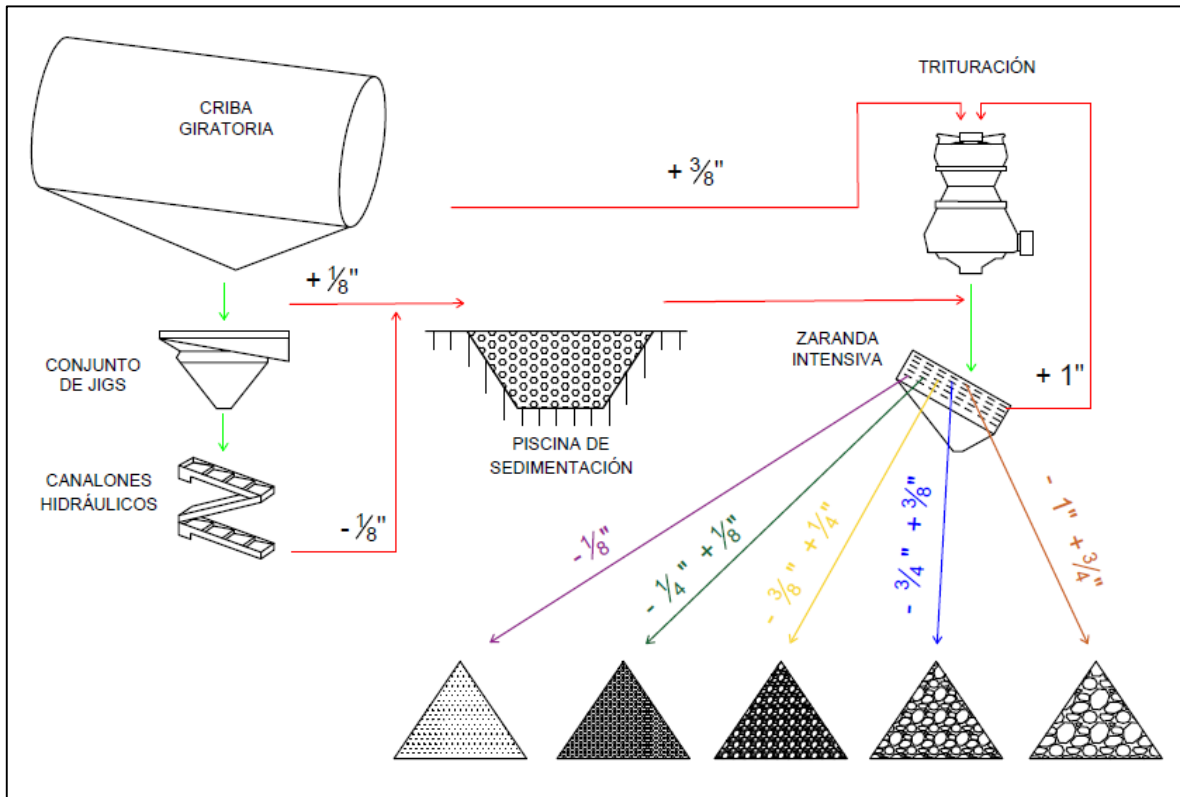
El material que se decante en la piscina de sedimentación, una vez esté seco, será evacuado con un cargador y enviado a la zaranda intensiva, de esta manera será clasificado y apilado para su venta. Ver Figura 12.

Figura 12. Zoom del proceso de concentración gravimétrica.



A continuación, en la Figura 13, se presenta el diagrama de flujo con todos los procesos integrados.

Figura 13. Diagrama de flujo de la planta de agregados pétreos.



## 6.3 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

### 6.3.1 Protocolo de muestreo

Para el protocolo de muestreo se desarrollaron las siguientes actividades:

- Identificación de las áreas con el material
- Selección de los cargueros a muestrear
- Recolección de muestras (2 o 3 en cada carguero, distribuida a lo largo del área y con un peso entre 22kg y 37kg cada una)
- Transporte de muestras a zona industrial
- Entrega a laboratorio para pruebas y resultados

Después de realizar la recolección de las muestras en los principales cargueros, como se muestra en la Figura 14, Figura 15 y Figura 16, se procede a enviar las muestras a los laboratorios

Figura 14. Identificación del área de muestreo.



Figura 15. Área de muestreo de carguero.





Figura 16. Toma de muestras en carguero.

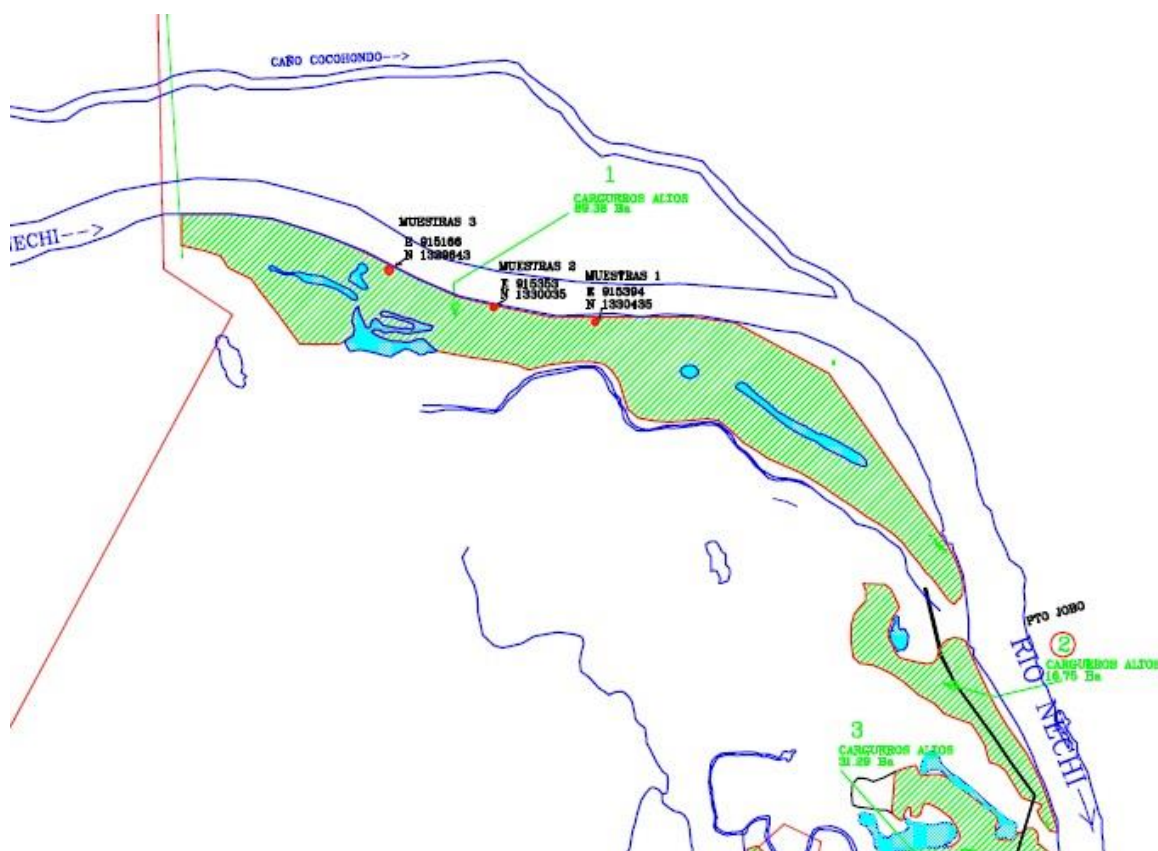


Se toman en total 7 muestras, las cuales se detallan a continuación en la Tabla 9 y la Figura 17.

Tabla 9. Localización y peso de muestras tomadas

MUESTRA	COORD-E	COORD-N	PESO (Kg)
1,1	915394	1330435	37,4
1,2			34,6
2,1	915353	1330035	22,9
2,2			25,4
3,1	915166	1329643	30,1
3,2			24,1
3,3			24,10
TOTAL			198,6

Figura 17. Mapa de localización de muestras en el carguero.



En la aplicación y uso de los materiales de construcción y agregados pétreos es muy importante determinar las características del material a explotar. Para eso fue necesario desarrollar un protocolo de muestreo en el cual se seleccionaban unas muestras aleatorias que serían la “muestra” y de acuerdo a los resultados de estos materiales se determina la calidad del material a explotar y sus posibles aplicaciones.

### 6.3.2 Resultados de Laboratorio

De acuerdo con los resultados de laboratorio, el material de los cargueros es altamente competente para para las aplicaciones de la región, en especial para la aplicación de construcción de vías y mezclas asfálticas, lo cual es el principal uso que se le dará a este material. Los resultados de las muestras para arenas, gravas y material grueso se adjuntan con el documento



## 6.4 PLAN FINANCIERO

Dentro de un plan de negocios, el estudio financiero es quizá la parte más importante, ya que es en este punto en donde se determina la viabilidad económica del Proyecto y toma la decisión de implementar o no el Proyecto evaluado.

Según Bacca (2010), el estudio económico del proyecto es “aquello que ordena y sistematiza la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elabora los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica” (p.8), además Bacca (2010) también nos dice que “la evaluación económica describe los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto. (p.8)

De acuerdo con lo mencionado anteriormente nos podemos dar cuenta que en el estudio económico es la parte en donde, a pesar de que otras variables puedan estar a favor o en contra, se define si la ejecución de un Proyecto se lleva a cabo, si se deben buscar otras alternativas que permitan su viabilidad o si no es viable su ejecución

### 6.4.1 Variables Económicas

Con la información de la Tabla 10 podemos ver el comportamiento a mediano plazo del proyecto y podemos identificar, basándonos en la economía del país, en que momento puede haber situaciones de crisis o de tranquilidad financiera.

Tabla 10. Variables Económicas Principales

	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
IPC PROYECTADO	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%
DEVALUACIÓN PROYECTADA	-4,90%	-0,70%	0.0%	-2,40%	-1,80%
TASA DE INTERÉS PROYECTADA	5,25%	4,75%	4,75%	4,75%	4,75%
PIB PROYECTADO	3,20%	3,20%	3,50%	4,20%	3,70%

Fuente :Propia. Información tomada de Bancolombia y Banco de la República (2018)

### 6.4.2 Inversiones

A continuación en la Tabla 11, se da una descripción de las inversiones en las que se incurre en la ejecución del proyecto.

Tabla 11. Inversión Inicial

EXPLOTACION DE AGREGADOS PÉTREOS			
INVERSIÓN ACTIVOS			
	Valor total del activo	Años de vida útil	Depreciación y amortización
MUEBLES Y ENSERES Y EQUIPO DE OFICINA			
Muebles Oficina	50.000.000	5	10.000.000
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
SUBTOTAL	50.000.000		10.000.000
MAQUINARIA Y EQUIPO			
Planta de Procesamiento	100.000.000	10	110.000.000
Retroexcavadora	400.000.000		
Bulldozer	300.000.000		
Cargador Frontal	300.000.000		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		

0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.100.000.000</b>		<b>110.000.000</b>
<b>VEHICULOS</b>			
0	0	5	0
0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
<b>TERRENOS</b>			
0	0		
0	0		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>		
<b>EDIFICACIONES</b>			
0	0	20	0
0	0		
0	0		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
<b>EQUIPO DE COMPUTO</b>			
Computadores Portátiles	10.000.000	5	2.000.000

0	0		
0	0		
0	0		
0	0		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10.000.000</b>		<b>2.000.000</b>
<b>ACTIVOS DIFERIDOS</b>			
Software	10.000.000	3	3.333.333
0	0		
0	0		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10.000.000</b>		<b>3.333.333</b>
<b>TOTALES</b>	<b>1.170.000.000</b>		<b>125.333.333</b>

#### INVERSIÓN CAPITAL DE TRABAJO

Capital de trabajo	0
--------------------	---

Inventarios	0
-------------	---

<b>TOTAL INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>1.170.000.000</b>
--------------------------------	----------------------

Como podemos ver, la parte principal de la inversión está concentrada en los equipos de maquinaria pesada y la planta de procesamiento, los cuales son indispensables para el desarrollo de la actividad. Los equipos propuestos para el proyecto son:

- Retroexcavadora: Marca Caterpillar, modelo CAT 320D con una capacidad del balde de 1,2 metros cúbicos, peso de 20.330Kg y una altura de 234cm,
- Bulldozer: Marca Caterpillar, modelo CAT D6T con una longitud de cuchilla de 315cm, un peso de 23.119Kg, capacidad de bote de 4,3 metros cúbicos, velocidad de 11,4 Km/h y potencia de 228 Hp
- Cargador: Marca Caterpillar, modelo CAT IT62G con una capacidad de 2,6 metros cúbicos, velocidad de 37 Km/h, fuerza de arranque de 125,5 KN, capacidad de combustible de 295 litros y altura de 337cm
- Planta: Para la planta solo se necesita una criba o zaranda para la clasificación del material de marca METSO BABBITLESS, con una dimensión de 6m x 2m, de tres niveles con mallas para clasificación, con un motor de 40 Hp.

Hay que tener en cuenta que las inversiones de maquinaria no son grandes ya que no se requiere de procesos unitarios adicionales a la clasificación del material. En un proceso minero de manejo de agregados pétreos, el proceso más costoso es el proceso de trituración de material ya que requiere de maquinaria con especificaciones técnicas muy puntuales de resistencia al desgaste, fuerza, potencia y capacidad, pero este proceso solo se utiliza en plantas que clasifican y procesan material proveniente de cantera, para el material de aluvión no es necesario tener una etapa de trituración, porque el material proveniente del aluvión ya viene en los tamaños y proporciones adecuadas, es decir, la naturaleza ya hizo el trabajo por nosotros, por lo tanto en las inversiones de infraestructura solo se requiere una criba que ayude a la separación del material. Adicional a esto, la empresa Mineros S.A ya cuenta con los espacios para el montaje de la planta, puesto que ya tiene una zona industrial para el manejo del mineral principal de explotación.

Para este proyecto no se tiene ningún capital de trabajo y tampoco se tiene material en inventario, por lo tanto, la inversión inicial queda en un total de \$1.170.000.000 (mil ciento setenta millones de pesos) para la ejecución del proyecto de explotación de agregados pétreos.

#### ***6.4.3 Egresos del proyecto***

A continuación en la Tabla 12, se da el detalle de los egresos del proyecto de los primeros 5 años de ejecución del mismo.

Tabla 12. Egresos del Proyecto

EXPLOTACION DE AGREGADOS PÉTREOS					
EGRESOS					
	2020	2021	2022	2023	2024
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
<b>Costos variables</b>	<b>\$9.750.000.000</b>	<b>\$11.154.000.000</b>	<b>\$12.760.176.000</b>	<b>\$14.597.641.344</b>	<b>\$16.699.701.698</b>
<b>Costos fijos</b>	<b>\$68.136.000</b>	<b>\$70.861.440</b>	<b>\$73.695.898</b>	<b>\$76.643.734</b>	<b>\$79.709.483</b>
DATA CENTER Y SITIO WEB	\$3.600.000	\$3.744.000	\$3.893.760	\$4.049.510	\$4.211.491
PLATAFORMA SERVICIOS WEB	\$3.600.000	\$3.744.000	\$3.893.760	\$4.049.510	\$4.211.491
SALARIOS + FACTOR PREST	\$24.000.000	\$24.960.000	\$25.958.400	\$26.996.736	\$28.076.605
COMBUSTIBLE	\$36.936.000	\$38.413.440	\$39.949.978	\$41.547.977	\$43.209.896
0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>\$9.818.136.000</b>	<b>\$11.224.861.440</b>	<b>\$12.833.871.898</b>	<b>\$14.674.285.078</b>	<b>\$16.779.411.180</b>
<b>Gastos operativos</b>	<b>\$795.419.637</b>	<b>\$1.138.653.491</b>	<b>\$1.218.692.961</b>	<b>\$1.300.806.757</b>	<b>\$1.395.764.806</b>
Gastos de Constitución	\$240.000	0	0	0	0
Honorarios	\$30.000.000	\$31.200.000	\$32.448.000	\$33.745.920	\$35.095.757
Impuestos	0	0	0	0	0
Arrendamiento	0	0	0	0	0
Contribuciones y Afiliaciones	0	0	0	0	0
Seguros	\$2.400.000	\$2.496.000	\$2.595.840	\$2.699.674	\$2.807.661
Servicios Publicos	\$1.200.000	\$1.248.000	\$1.297.920	\$1.349.837	\$1.403.830
Telefonia e Internet	\$2.400.000	\$2.496.000	\$2.595.840	\$2.699.674	\$2.807.661
Otros Servicios	0	0	0	0	0
Gastos Legales	\$3.600.000	\$3.744.000	\$3.893.760	\$4.049.510	\$4.211.491
Mantenimientos	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
Aseo y Cafeteria	\$2.400.000	\$2.496.000	\$2.595.840	\$2.699.674	\$2.807.661
Utiles, Papeleria y Fotocopias	\$1.200.000	\$1.248.000	\$1.297.920	\$1.349.837	\$1.403.830

Comisiones	0	0	0	0	0
Otros Gastos	0	0	0	0	0
Gasto por depreciación	\$122.000.000	\$122.000.000	\$122.000.000	\$122.000.000	\$122.000.000
Gasto por amortización	\$3.333.333	\$3.333.333	\$3.333.333	0	0
Gasto por impuestos	\$39.446.304	\$356.104.158	\$407.334.988	\$465.941.131	\$532.984.555
Gasto por publicidad	\$10.000.000	\$12.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000
Gasto por salarios	\$577.200.000	\$600.288.000	\$624.299.520	\$649.271.501	\$675.242.361
<b>Gastos financieros</b>	\$143.315.799	\$92.775.842	\$34.654.892	0	0
<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>\$938.735.436</b>	<b>\$1.231.429.333</b>	<b>\$1.253.347.853</b>	<b>\$1.300.806.757</b>	<b>\$1.395.764.806</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$10.756.871.436</b>	<b>\$12.456.290.773</b>	<b>\$14.087.219.751</b>	<b>\$15.975.091.834</b>	<b>\$18.175.175.986</b>

Fuente: Propia

De acuerdo a la información anterior, podemos ver que el total de egresos para el primer año de operación es equivalente a \$10.756'871.436, de los cuales la mayoría hacen parte de los costos variables (91%). Los demás costos como los administrativos (7%), los costos fijos (1%) y los financieros (1%) no son tan altos llegando a ser menos impactantes, pero no menos importantes dentro del proyecto.

En los años siguientes se presenta un aumento de los egresos con respecto al primer año de operación y este aumento es de 16%, 13%, 13% y 14% para los años 2, 3, 4 y 5 respectivamente

#### **6.4.4 Ingresos del Proyecto**

A continuación en la Tabla 13, se da un detalle que explica los ingresos generados por el proyecto de explotación de agregados pétreos.

Tabla 13. Ingresos del Proyecto

INGRESOS					
	2020	2021	2022	2023	2024
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
MATERIAL RELLENO	\$1.950.000.000	\$2.230.800.000	\$2.552.035.200	\$2.919.528.269	\$3.339.940.340
ARENA	\$10.920.000.000	\$12.492.480.000	\$14.291.397.120	\$16.349.358.305	\$18.703.665.901
GRAVA	\$8.775.000.000	\$10.038.600.000	\$11.484.158.400	\$13.137.877.210	\$15.029.731.528
SUBBASE GRANULAR (CANTO RODADO)	\$3.997.500.000	\$4.573.140.000	\$5.231.672.160	\$5.985.032.951	\$6.846.877.696
BASE GRANULAR (TRITURADO)	\$5.460.000.000	\$6.246.240.000	\$7.145.698.560	\$8.174.679.153	\$9.351.832.951
	0	0	0	0	0
<b>TOTAL INGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>\$31.102.500.000</b>	<b>\$35.581.260.000</b>	<b>\$40.704.961.440</b>	<b>\$46.566.475.887</b>	<b>\$53.272.048.415</b>
Ingresos financieros	0	0	0	0	0
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$31.102.500.000</b>	<b>\$35.581.260.000</b>	<b>\$40.704.961.440</b>	<b>\$46.566.475.887</b>	<b>\$53.272.048.415</b>

Fuente: Propia

El flujo de ingresos del proyecto está calculado teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La cantidad de material disponible en los cargueros, de acuerdo con los estudios realizados es de 39'000.000 de metros cúbicos
- Solo se tiene en cuenta el 50% del volumen total de material disponible en los cargueros que se disponen para la explotación, dándonos un total de 19'500.000 metros cúbicos para la explotación del proyecto
- La vida útil del proyecto es de 20 años de explotación, tiempo que queda dentro de los términos legales de duración de un contrato de concesión minera, que tiene como máximo 30 años (Ley 385,2001)
- La cantidad de material se divide en partes iguales para cada año, dándonos un volumen de 975.000 metros cúbicos disponibles para explotar en cada año
- De acuerdo con los análisis de laboratorio tenemos las siguientes proporciones de materiales: Material de Relleno (10%), Arena (40%), Gravas (30%), Subbase Granular (10%) y Base Granular (10%)
- Los precios de venta del metro cúbico de cada uno de los materiales fueron suministrados por la empresa "MATERIALES NACIONALES DE COLOMBIA SAS (MANCOL)", teniendo los siguientes valores por metro cúbico: Material de Relleno (\$20.000), Arena (\$28.000), Gravas (\$30.000), Subbase Granular (\$41.000) y Base Granular (\$56.000)
- Las cantidades de material que se sacan en cada año se asume la venta total de este recurso, ya que existen negociaciones previas con la empresa CEMEX, la cual está a cargo de la construcción de las autopistas 4G, puntualmente para la concesión vial que



pasa por esta zona del bajo cauca antioqueño. La empresa CEMEX, quien da su aporte para el desarrollo de las pruebas de laboratorio para la certificación y validación de la calidad del material, esta solo a la espera de que el material se inicie a extraer para suspender las compras con otros proveedores temporales, los cuales están fuera de la zona del proyecto vial, lo que los obliga a incurrir en costos de transporte que elevan de manera significativa el costo del metro cúbico usado para la construcción de las vías. Este inconveniente de los precios de transporte queda solucionado una vez la planta de la empresa Mineros S.A inicie su funcionamiento. Queda claro en este punto que ambas empresas tienen un beneficio mutuo con el desarrollo de esta explotación, primero porque el cliente ahorra en precios de venta del mercado y en costos de transporte y segundo porque el proveedor tiene salida fija de sus productos y un ingreso constante por las ventas.

- La cantidad de material a explotar se divide en partes iguales en lo largo del proyecto dando así la oportunidad de tener una rata de producción anual constante que satisface las necesidades de los proyectos viales de Magdalena 1 y 2, autopistas del nordeste, Conexiones de Antioquia y Bolívar, proyectos que a la fecha y después de 6 años de ejecución llevan en avance apenas un 21%, el cual solo hace parte de la etapa de instalación y acondicionamiento de terreno y terraplenes, dejando los levantamientos de bases granulares, bases asfálticas y demás para etapas posteriores, en las cuales se cuenta con el material extraído en el proyecto. (El Tiempo, 2019)

Con esta información se desarrolló el flujo de ingresos anual para el proyecto, entregando el valor que aporta cada uno de los materiales al flujo anual y dándonos un total de \$31.102.500.000, de los cuales el 35% del aporte corresponde a las arenas, 28% a las gravas, 18% a la base granular, 13% a la subbase y el 6% al material de relleno.

Para los ingresos anuales se proyecta un incremento del 10% de la producción anual y un incremento del 4% de los precios de venta

#### ***6.4.5 Plan de Amortización***

En la Tabla 14, se presenta el plan de amortización para el proyecto de explotación de agregados pétreos, para el cual se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se prestará el 100% del valor de la inversión inicial, es decir los \$1.170'000.000
- El tiempo estimado para el pago de la deuda se proyecta a 3 años, equivalentes a 36 meses
- El interés estimado es del 15% Efectivo Anual, lo cual nos da una tasa de interés mensual del 1,171%
- La cuota mensual para el pago de la deuda es de \$40.020.737

Tabla 14. Plan de amortización

EXPLORACION DE AGREGADOS PÉTREOS	
PLAN DE AMORTIZACIÓN	
VALOR PRESTAMO	1.170.000.000
PLAZO	36
TASA	1,171%
CUOTA MES	40.020.737

CUOTA	INICIAL	INTERES	CAPITAL	SALDO
Año 1		143.315.799	336.933.045	
Año 2		92.775.842	387.473.002	
Año 3		34.654.892	445.593.952	

Fuente: Propia

De acuerdo con lo anterior se puede ver que la deuda adquirida para la inversión inicial del proyecto se cubre en los tres años primeros años de explotación del proyecto.

#### 6.4.6 Estado de Resultados

El estado de resultados se presenta en la Tabla 15, en donde se relacionan las ventas y los costos anuales del proyecto, con las respectivas utilidades.

Tabla 15. Estado de Resultados

EXPLORACION DE AGREGADOS PÉTREOS					
ESTADO DE RESULTADOS					
Concepto	2020	2021	2022	2023	2024
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Ventas	\$31.102.500.000	\$35.581.260.000	\$40.704.961.440	\$46.566.475.887	\$53.272.048.415
Costos	\$9.818.136.000	\$11.224.861.440	\$12.833.871.898	\$14.674.285.078	\$16.779.411.180
Utilidad Bruta	\$21.284.364.000	\$24.356.398.560	\$27.871.089.542	\$31.892.190.810	\$36.492.637.235
Gastos operativos	\$795.419.637	\$1.138.653.491	\$1.218.692.961	\$1.300.806.757	\$1.395.764.806

<b>Utilidad antes impuestos e intereses</b>	<b>\$20.488.944.363</b>	<b>\$23.217.745.069</b>	<b>\$26.652.396.581</b>	<b>\$30.591.384.053</b>	<b>\$35.096.872.429</b>
Gastos financieros	\$143.315.799	\$92.775.842	\$34.654.892	0	0
Ingresos financieros	0	0	0	0	0
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>\$20.345.628.564</b>	<b>\$23.124.969.227</b>	<b>\$26.617.741.689</b>	<b>\$30.591.384.053</b>	<b>\$35.096.872.429</b>
Impuestos	\$6.917.513.712	\$7.862.489.537	\$9.050.032.174	\$10.401.070.578	\$11.932.936.626
<b>Utilidad neta</b>	<b>\$13.428.114.852</b>	<b>\$15.262.479.690</b>	<b>\$17.567.709.515</b>	<b>\$20.190.313.475</b>	<b>\$23.163.935.803</b>

Con la Tabla 15 se puede evidenciar como desde el primer año hay utilidad neta, a pesar de que se está haciendo el respectivo aporte al préstamo de la inversión inicial. Esto se debe al volumen de ventas del material y al flujo de entrada de capital, el cual es alto desde el mismo inicio del proyecto.

#### 6.4.7 Flujo de Caja

El flujo de caja del proyecto se muestra a continuación en la Tabla 16 y a partir de este se determinan la evaluación financiera del proyecto.

Tabla 16. Flujo de Caja

EXPLOTACION DE AGREGADOS PÉTREOS						
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO						
Concepto	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
		<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
<b>INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>\$1.170.000.000</b>					
Ventas		\$31.102.500.000	\$35.581.260.000	\$40.704.961.440	\$46.566.475.887	\$53.272.048.415
Costos		\$9.818.136.000	\$11.224.861.440	\$12.833.871.898	\$14.674.285.078	\$16.779.411.180
Gastos operativos		\$795.419.637	\$1.138.653.491	\$1.218.692.961	\$1.300.806.757	\$1.395.764.806
<b>Utilidad operativa</b>		<b>\$20.488.944.363</b>	<b>\$23.217.745.069</b>	<b>\$26.652.396.581</b>	<b>\$30.591.384.053</b>	<b>\$35.096.872.429</b>
Impuesto de renta operativo			\$6.966.241.083	\$7.894.033.323	\$9.061.814.838	\$10.401.070.578
Beneficio fiscal financiero			\$-48.727.372	\$-31.543.786	\$-11.782.663	0

<b>Utilidad operativa despues de impuestos</b>		<b>\$20.488.944.363</b>	<b>\$16.300.231.357</b>	<b>\$18.789.907.044</b>	<b>\$21.541.351.879</b>	<b>\$24.695.801.851</b>
Depreciación y amortización		\$125.333.333	\$125.333.333	\$125.333.333	\$122.000.000	\$122.000.000
<b>Flujo de caja bruto operativo</b>	<b>-\$1.170.000.000</b>	<b>\$20.614.277.696</b>	<b>\$16.425.564.691</b>	<b>\$18.915.240.377</b>	<b>\$21.663.351.879</b>	<b>\$24.817.801.851</b>

Reposición de capital de trabajo			\$373.230.000	\$426.975.120	\$488.459.537	\$558.797.711
Reposición de activos fijos			0	0	0	0
Servicio de la deuda		\$336.933.045	\$387.473.002	\$445.593.952	0	0
Gastos financieros		\$143.315.799	\$92.775.842	\$34.654.892	0	0
<b>Flujo de caja libre inversionista</b>	<b>0</b>	<b>\$20.134.028.852</b>	<b>\$15.572.085.846</b>	<b>\$18.008.016.413</b>	<b>\$21.174.892.341</b>	<b>\$24.259.004.140</b>

Fuente: Propia

De acuerdo con la Tabla 16 ratificamos la información presentada en el estado de resultados, en donde nos damos cuenta que desde el primer año de operaciones se genera flujo de caja positivo para la empresa y los inversionistas. Ahora con esta información se calculan las variables para la evaluación financiera, dando los resultados que se muestran a continuación en la Tabla 17:

Tabla 17. Variables Financieras

<b>TIR DEL PROYECTO</b>	1743,15%
<b>WACC DEL PROYECTO</b>	17,41%
<b>TIR MODIFICADA DEL PROYECTO</b>	144,60%
<b>VPN DEL PROYECTO</b>	62.510.769.994
<b>PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN</b>	PERIODO 1

Fuente: Propia

Ahora mirando esta información podemos identificar que desde el punto de vista financiero el proyecto es totalmente viable, además de ser muy atractivo y rentable.

#### 6.4.8 Punto de Equilibrio

Tabla 18. Punto de Equilibrio Primer Año

PUNTO DE EQUILIBRIO - PRIMER AÑO			
COSTOS FIJOS:	2020	PRECIO DE VENTA	2020
	(\$)		(\$)
		Precio de venta promedio	\$31.900
Costos fijos	\$68.136.000		
Gastos operativos	\$795.419.637	PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$31.900
Gastos financieros	\$143.315.799		
Impuestos	\$6.917.513.712	PUNTO DE EQUILIBRIO	2020
			(\$)
TOTAL COSTOS FIJOS	\$7.924.385.148	EN UNIDADES (Costos fijos / pvu - cvu) - ANUAL	\$361.844
COSTOS VARIABLES	2020	EN UNIDADES (Costos fijos / pvu - cvu) - MENSUAL	\$30.154
	(S)		
Costo variable promedio	\$10.000	EN PESOS (Costos fijos / 1 - MCU) - ANUAL	\$11.542.825.855
TOTAL COSTOS VARIABLES	\$10.000	EN PESOS (Costos fijos / 1 - MCU) - MENSUAL	4961.902.155

De acuerdo con la información de la Tabla 18 podemos decir que para lograr el puto de equilibrio en el primer año se necesitaría vender 361.844 unidades que dan un total de \$11.542.825.855. Si nos devolvemos a mirar las unidades vendidas en el primer año corresponden a un total de \$31.102.500.000, las cuales superan las esperadas en el primer año y permitiendo llegar al punto de equilibrio del proyecto en el primer año de explotación.

#### 6.5 ORGANIGRAMA EMPRESARIAL

El organigrama empresarial no se modifica en su estructura y cargos principales, es decir que solo se agregan unos cargos nuevos y que están ligados a la creación y funcionamiento del nuevo proyecto de extracción. A continuación, se presenta la lista de los nuevos cargos creados, los cuales van encabezados por el director de operaciones de agregados que está bajo el mando del gerente de operaciones el cual ya tiene a cargo la explotación aluvial y la operación subterránea. En la figura x se puede ver el organigrama actual de la empresa

Mineros S.A y en la figura y se puede ver cómo quedaría la nueva estructura empresarial, que como se ha dicho anteriormente no se modifica, sino que solamente se agrega una línea más de negocio a la gerencia de operaciones.

Figura 18. Organigrama actual Mineros S.A

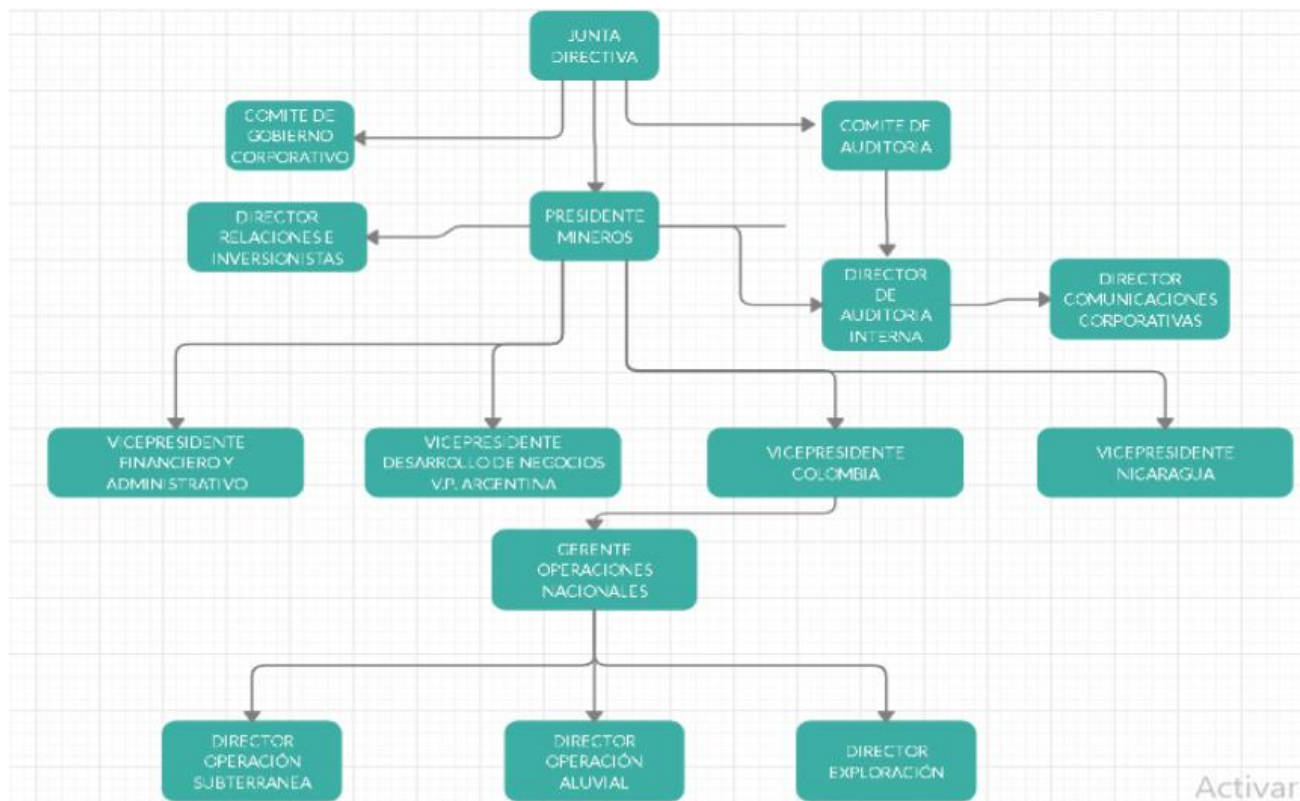
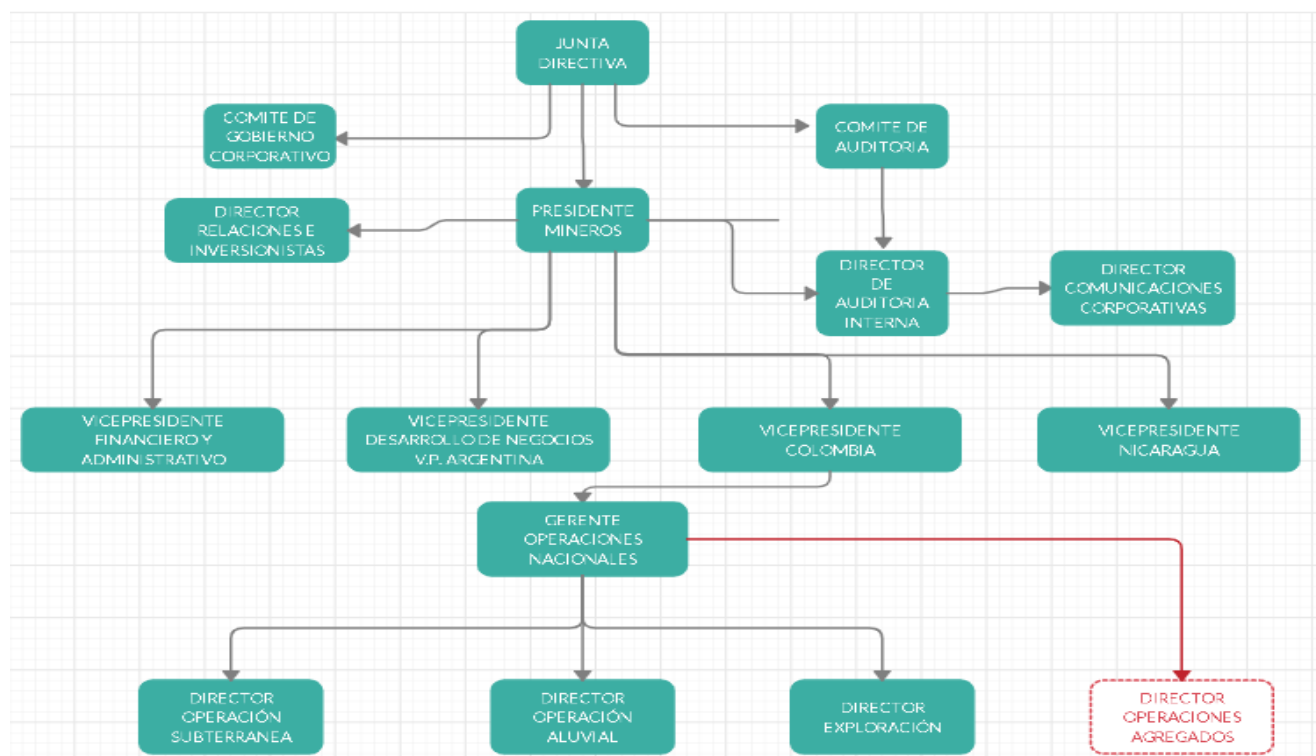


Figura 19. Nuevo organigrama de Mineros S.A con la línea de negocio de agregados



Con la nueva línea de negocio de operaciones de agregados, se crean nuevos cargos los cuales se mencionan y describen a continuación

- **Director de operaciones de agregados:** Es el líder del proyecto, es la persona que está a cargo y tiene como jefe inmediato el gerente de operaciones. Esta persona debe ser un profesional Ingeniería de Minas y Metalurgia que tenga experiencia en la explotación de materiales de construcción en cantera o en aluvión, en planeación minera y en manejo de personal y presupuesto. Como director del proyecto, esta persona debe estar a cargo de las funciones administrativas de personal, de costos, de mantenimiento y de operaciones, debe velar por el rendimiento de la extracción de los productos, la calidad de los productos extraídos y buena operación que vaya acorde a los PTO y a las licencias ambientales.
- **Ingeniero de campo:** Deben ser 3 ingenieros de campo que tendrían turnos rotativos con los descansos (7x3-7x4). los cuales tienen como jefe inmediato el director de operaciones de agregados. Los ingenieros, al igual que el director, deben ser profesionales de Ingeniería de Minas y Metalurgia, no es necesario que tengan especializaciones ni enfoques en alguna área, sin embargo, deben de tener experiencia en manejo de personal, trabajo de campo en minería a cielo abierto y mantenimiento

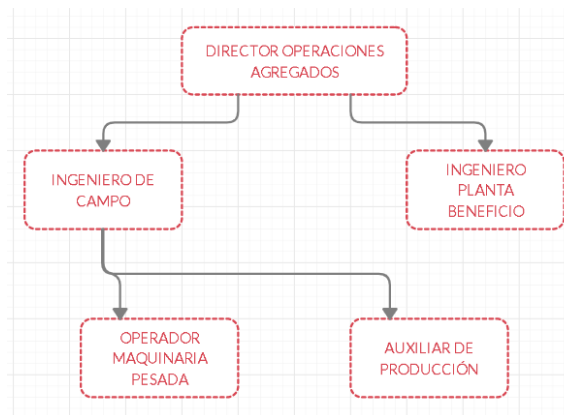
de plantas de beneficio. Estos cargos pueden ser cubiertos por los mismos ingenieros de producción de la operación aluvial, ya que son ellos quienes mejor conocimiento tiene de los depósitos que se están explotando y del material. Las principales funciones de los ingenieros de campo es velar por el continuo funcionamiento de los equipos de maquinaria pesada, los rendimientos individuales y grupales son el principal enfoque de los ingenieros, tener una rata de alimentación continua a la planta de beneficio y garantizar que el método de explotación se haga de manera correcta sin salir de los parámetros y llevando el secuenciamiento adecuado de minado planteado por el departamento de planeación de la compañía. Además de esto, los programas de mantenimiento de los equipos están a cargo de ellos, velar por el cumplimiento del uso de la disponibilidad del equipo en los estándares más altos y velar por la seguridad de todo el personal que está en labores dentro del bloque de explotación

- Ingeniero de planta de beneficio: El ingeniero de la planta de beneficio, al igual que los ingenieros de campo, está a cargo del Director de Operaciones. Este cargo puede ser ocupado por un Ingeniero de Minas y Metalurgia, Ingeniero Metalúrgico o Ingeniero de Materiales. Para este cargo se necesitan 3 ingenieros que tendrían turnos rotativos con los descansos (7x3-7x4). Los ingenieros de planta requieren tener habilidades en el manejo de personal, estandarización de parámetros de funcionamiento de la planta de beneficio y verificación de calidad del material sacado. Los profesionales en este cargo deben ser personas con experiencia en plantas de beneficio o plantas metalúrgicas que hayan manejado estándares de calidad ya que esta es la principal característica que se debe mantener con cada una de las materias primas obtenidas. La rata de alimentación de la planta está a cargo de los ingenieros de campo, pero el abastecimiento de las zonas de almacenamiento y cumplimiento de las cantidades de materiales a entregar está a cargo del ingeniero de la planta. Todo el manejo y contabilidad del material saliente, inventarios, centros de acopio, transporte y cargue está a cargo del ingeniero de la planta de beneficio.
- Operador de maquinaria pesada: los equipos que se requieren en el proyecto son tres: una retroexcavadora, un bulldozer y un cargador frontal. Cada uno de estos equipos requiere de tres operadores, para cubrir los turnos y la rotación de los descansos. Las personas en ocupar estos puestos deben ser personas capacitadas y certificadas por el SENA en competencias para la operación de estos equipos y deben de tener al menos dos años de experiencia en la operación. Las funciones de estos operadores es garantizar una buena operación del equipo, además del rendimiento para el cumplimiento de objetivos de producción. Los operadores de retro y de Bulldozer estarán a cargo de los ingenieros de campo y el operador de Cargador está a cargo del ingeniero de planta.



- **Auxiliares de Producción:** Los auxiliares de producción son personas que se encargan del mantenimiento básico de los equipos de maquinaria pesada, como lubricación, tanqueo de combustible, lavado, mantenimiento de bombas y equipos de cribado, también deben estar pendientes del mantenimiento y correcta operación de la planta de beneficio y estar a disposición de las diferentes labores asignadas por los ingenieros de campo y el ingeniero de planta. Para este cargo se requieren 5 personas por cada turno, necesitando dos en la planta y tres en la línea de producción.

Figura 20. Estructura Línea de Agregados



## 6.6 VIABILIDAD SOCIAL

La viabilidad social este proyecto están ligadas al funcionamiento ya existente de la compañía que explota el mineral principal. Para este aspecto es importante resaltar que, en la zona del bajo cauca Antioqueño, primordialmente en El Bagre, la principal fuente de empleo es la actividad minera (ISSUU, 2019), dejando a la compañía Mineros S.A como el empleador más grande del municipio. Las razones sociales que ayudan a la aceptación de un proyecto de esta magnitud son:

- Aumento del personal de la zona local en la compañía, que genera fuentes de ingreso fijas con todas las prestaciones sociales legales.
- El apoyo de proyectos de infraestructura que benefician la economía del municipio, porque el principal destino del material a extraer, es para la empresa CEMEX, empresa que está encargada de la construcción de las autopistas de nueva generación 4G, dentro de las cuales está la concesión vial que influye directamente en los municipios a los que pertenece la compañía.
- Generación de materiales de construcción disponibles para proyectos locales a un menor precio, ya que los costos de extracción son mucho menores
- Construcción de la vía que comunica la concesión vial de la autopista 4G con la vía secundaria de acceso a los municipios de influencia de la compañía. Actualmente el municipio de El Bagre, en donde está la parte principal de la operación, no tiene una carretera de acceso que esté completamente pavimentada, los 30km de carretera que conectan al municipio con la autopista principal es una vía secundaria que está

completamente sin terminar. (PTO Mineros S.A, 2002). El principal inconveniente que tiene esta vía de acceso es que pertenece al municipio de Zaragoza, pero es la única ruta de acceso terrestre que tiene el municipio de El Bagre, por lo tanto, ya hay en marcha un proyecto de la compañía Mineros S.A en conjunto con ambas administraciones para la construcción y pavimentación de la vía, para la cual el material necesario saldrá de este nuevo proyecto. De entrada, podemos ver que el desarrollo de este proyecto, genera empleos indirectos que favorecen el desarrollo y ejecución del proyecto de extracción de agregados pétreos.

- La creación de nuevos empleos directos por la nueva línea de producción es un punto a favor; un director, tres ingenieros de campo, tres ingenieros de planta, 9 operadores de maquinaria pesada (3 para cada equipo) y 15 auxiliares de producción (5 por cada turno) suman los 31 nuevos empleos directos generados solamente en esta línea productiva, sin contar al crecimiento en las demás áreas como planeación, y mantenimiento, áreas que también deben crecer para cubrir la demanda de toda la operación
- Según el DANE (2019), el promedio de personas por hogar en el municipio de El Bagre es de 4,6 personas lo que nos lleva a concluir que, con la cantidad de empleos directos generados, alrededor de 142 personas se verán beneficiadas por el desarrollo de una nueva línea productiva
- De acuerdo con el DANE (2019), el 91,2% de las viviendas de El Bagre son casas y solo el 42% tienen alcantarillado, una cifra muy baja que para que vaya en aumento requiere de materiales de construcción sacados de la zona y es ahí donde un proyecto de extracción de agregados pétreos se torna mucho más interesante.

## **6.7 VIABILIDAD AMBIENTAL**

La viabilidad ambiental de este proyecto, al igual que la social, está fuertemente ligada al funcionamiento ya existente de la compañía que explota el mineral principal. En cuanto a la viabilidad ambiental tenemos:

No se tienen problemas de explotación, ya que las gravas aluviales son un subproducto de la explotación de oro por una operación de dragado, por lo tanto, no hay que hacer modificaciones en los Planes de Trabajos y Obras (PTO) y tampoco en las licencias ambientales generadas y expedidas por las autoridades ambientales regionales, en este caso CORANTIOQUIA.

Cuando se tiene un proyecto de explotación de oro, las gravas, arenas, arcillas y limos son materiales que por obligación se deben explotar para la extracción del mineral principal y se generan grandes cantidades de estéril en las llanuras de inundación de la zona. Según la información del PTO de la empresa Mineros S.A, para extraer cien miligramo de oro, es necesario mover en promedio un metro cúbico y de acuerdo a la rata de producción de las dragas de cucharas, utilizadas por la compañía, se mueven 10 metros cúbicos de material por minuto, por lo tanto para extraer un gramo de oro se mueven 10.000 metros cúbicos de

material los cuales en lugar de ser depositados y dejados, pueden ser utilizados en construcción de acueductos, vías, edificaciones, embalses, etc.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo con las características de la zona y del depósito, el método de explotación que es desarrollado por la empresa Mineros S.A, favorece en gran medida el desarrollo de un proyecto de extracción de gravas aluviales, porque las gravas son un subproducto que a lo largo de la historia de la compañía no se viene usando, pero al presentarse nuevas oportunidades de negocio, se encuentra una alternativa clara y con mucho potencial, que puede ser desarrollada fácilmente. El desarrollo de un nuevo método de explotación es fácil de realizar, ya que las estratificaciones de los materiales que se encuentran en el cauce del río ya fueron sacadas por la empresa en explotaciones anteriores, generando pocos costos operativos y ahorrando el más costoso de todos que es la extracción del mismo, por lo tanto solo es necesario una operación de cargue, clasificación y transporte, costos que si bien son altos son mucho menores que los costos de extracción en una actividad minera la cual en este caso no es necesario desarrollar.

La estructura administrativa de la compañía no requiere ser modificada para el desarrollo de un nuevo proyecto de la compañía. En el desarrollo del proyecto solo se considera el ingreso de nuevo personal para dar apoyo a las áreas ya existentes por el nuevo crecimiento generado por la nueva explotación. Áreas como producción, mantenimiento, planeación, mercadeo y ventas deben ser respaldadas con nuevo personal, pero el resto de la estructura administrativa de la compañía no requiere ningún tipo de modificación, ya que el negocio se considera como una expansión de la misma operación y bajo la misma razón social y no como el desarrollo de una empresa independiente.

Después de evaluar cada uno de los aspectos del proyecto se evidencia que el inconveniente más grande que se podía tener es el mercado al cual se pretende vender el producto. Si bien en tiempos anteriores se había considerado el desarrollo de este mismo tipo de explotaciones en la compañía, la limitante principal era tener salida del producto sacado, ya que, en los proyectos de explotación de agregados, es indispensable tener un punto de comercialización cercano, porque el transporte puede volver insostenible la explotación del recurso. Otros proyectos de explotación de gravas como Agregados el Tonusco en Santa Fe de Antioquia, Canteras de Colombia en la autopista Medellín Bogotá, Conasfaltos en Copacabana y Cantera la Borrascosa en el alto de la vía de las Palmas, son ejemplos claros de canteras que están estratégicamente ubicadas, cerca de centros de distribución y de lugares de desarrollo que necesitan constantemente materia prima para la construcción. Ahora bien, de acuerdo con la información suministrada a lo largo del informe nos damos cuenta que en la zona del bajo Cauca Antioqueño se están desarrollando nuevos proyectos de infraestructura vial que requieren del material que la empresa Mineros S.A está sacando para obtener el oro, principal elemento y fin de su actividad extractiva, y no se está usando.

Para una compañía que tiene como principal actividad la explotación de oro y los agregados pétreos son un material que se descarta durante el proceso de extracción, encontrar una oportunidad de negocio para comercializar estos productos que son considerados escoria, basura o residuos, se convierte en un atractivo de gran potencial, porque es una actividad que por ser subproducto de una que ya está establecida y que es el fin principal de la compañía, se desarrolla a un muy bajo costo. Tener claros y establecidos los métodos de explotación,

clasificación, montaje y comercialización, además del mercado al que se está dirigiendo el producto son claves para un buen desarrollo del proyecto y de acuerdo con los datos financieros la rentabilidad de este es alta, además de fácil de desarrollar e implementar dadas las condiciones de la zona y la compañía.

Para compañías como Mineros S.A es muy importante el impacto y el crecimiento de la región a la que están afectando directa o indirectamente. Como se pudo ver a lo largo de la información suministrada, la empresa Mineros S.A es la principal fuente de empleo del municipio de El Bague, teniendo más de 1.600 trabajadores en su nómina directa y trabajando con cientos de contratistas de la región y por esto, la imagen generada en la comunidad siempre es muy importante y se tiene muy en cuenta en todo momento y en toda decisión tomada por la compañía, decisiones como el desarrollo de un nuevo proyecto de explotación que trae consigo nuevas contrataciones, nuevos aportes al desarrollo del municipio, aporte en regalías e impuestos y claramente nuevas contrataciones e impactos en contratistas y stakeholders de la región.

Finalmente podemos decir que el desarrollo de una explotación de agregados pétreos en la región del bajo cauca antioqueño, es viable desde cualquier punto de vista, porque todos los estudios realizados favorecen de manera fuerte la implementación y desarrollo de este. Aspectos como el social, económico, ambiental y financiero, determinan que es factible iniciar con tal trabajo y apuntan a un crecimiento tanto de la compañía como de la región directamente afectada. Cabe anotar que este tipo de actividades requieren de un análisis financiero riguroso que determina que el principal costo de un proyecto minero de extracción y comercialización de material aluvial es la parte extractiva, proceso que ya ha sido realizado por la empresa en operaciones anteriores y se sigue realizando. Este aspecto hace que los costos operativos sean muy bajos, permitiendo entrar a un mercado con precios muy competitivos y llamativos, además de tener la legalidad de la explotación, aspecto que es muy importante para los proyectos estatales desarrollados en la zona, por lo tanto, si esta actividad extractiva de agregados no se desarrollara bajo la explotación de oro y se manejara como un subproducto, el panorama sería completamente diferente.

## REFERENCIAS

Agencia Nacional de Minería (2019). Minería en Colombia. Recuperado de: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/Presentaciones/FICHA-MINERAL---ORO-2018.pdf>

Aguilar, C. Gómez, C. Mejía, A, 2010. Economía de los agregados pétreos en la mixteca oaxaqueña. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (148).

Alatorre J., & Uribe R. (1998). Agregados para concreto: cada cual por su nombre. *Construcción y tecnología*, 10 (121), 13-14.

ANI (2019). Agencia Nacional de Infraestructura. Recuperado de: <https://www.ani.gov.co/proyecto/carretero/autopista-conexion-norte-remedios-zaragoza-caucasia-21640>

Autopistas del Nordeste (2019). Recuperado de: <http://www.autopistasdelnordeste.com.co/>

Ballou, R. H. (2004). Business Logistics Management. The United States: Prentice Hal

Betancur, T. Mejía, O. 2005. Una base de datos litoestratigráfica de las unidades acuíferas del bajo Cauca Antioqueño.

Blázquez, L. B. (2000). Manual de carreteras. Alicante: Enrique Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A. España

Cabreza, D. (2012). Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro. Valencia, España. Marge Books.

Cano, J.A. Panizo, C.A. García, F.H. Rodríguez, J.E (2015a). Desarrollo de estrategias competitivas para la industria del carbón en Norte de Santander. *Espacios*, 15(5), 5.

Cano, J.A. Panizo, C.A. García, F.H. Rodríguez, J.E (2015b). Estrategias para el mejoramiento la cadena de suministro del carbón en Norte de Santander, Colombia. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 38, 65-74.

Carro, R. Gonzales, D. (2013). Logística Empresarial, Mar del Plata, Argentina

Cure, L., Meza, J., & Amaya, R. (2006). Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Ingeniería y Desarrollo*, (20), 184-202.

DANE (2019). Boletín Censo General. Recuperado de: [https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL\\_PDF\\_CG2005/05250T7T000.PDF](https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/05250T7T000.PDF)

El Tiempo (2019). Así van las autopistas 4G que están construyendo en Antioquia. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com.co/amp/colombia/medellin/asi-van-las-autopistas-4g-que-se-estan-construyendo-en-antioquia-342468>

Emprende Pyme.net (2019). Recuperado de: <http://www.emprendepyme.net/tipos-de-logistica-empresarial.html>

Emprenautas (2019). Recuperado de: <http://www.emprenautas.net/index.php/brujula/1392-las-7-c-de-la-logistica-empresarial>

Espinosa, J.L. (2019). Diseño de explotación de los agregados pétreos del depósito aluvial del río Macará, ubicado en el sector “La Cruz”, perteneciente al cantón Macará, provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja. Tesis de pregrado. Loja, Ecuador.

Ezeldin A.S., Aitcin P.C. (1991). Effect of coarse aggregate on the behavior of normal and high-strength concretes. *Cement and concrete aggregates*, 13(2), 121-124.

Frazelle, E. Sojo, R. 2007. Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial, Grupo Editorial Norma, Bogotá.

Gómez, R.A. Cano, J.A. Campo, E.A. (2016). Selección de proveedores en la minería de oro con lógica difusa. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 21(75), 530-548.

Gutiérrez de López, 2003. El concreto y otros materiales para la construcción. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia

Ingeominas. <http://www.ingegominas.gov.co/Mineria/Regalias/Produccion-Nacional-de-Minerales.aspx>. Producción Minerales en Colombia

ISSUU. (2019). Recuperado de [https://issuu.com/pnudcol/docs/perfil\\_productivo\\_el\\_bagre](https://issuu.com/pnudcol/docs/perfil_productivo_el_bagre)

Kondolf, M. (1997). Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels. *Environmental Management*, 21(4), 533-551

Las dos Orillas (2019). Recuperado de: <https://www.las2orillas.co/estas-son-las-5-empresas-duenas-del-oro-se-extrae-en-colombia/>

Lozano, J.E. (2005). La petrografía, una herramienta de control de calidad y diagnóstico de lesiones en la industria de la construcción. *E-mail Educativo*, 1(1), 1-4.

Marín, W. (2012). Logística eficiente para el manejo de carga, un aporte a la sociedad y a la empresa. *Ingeniería & Sociedad*, 5, 27-33.

Maskell, P. & Malmberg, A. (1999). Localised learning and industrial competitiveness, *Cambridge Journal of Economics*, 23(2), 167–185.

Mesa, J. (2016). Evaluación financiera de proyectos. Ecoe Ediciones.

Mejía, O. Betancur, T. Londoño, L, 2006. Aplicación de técnicas geoestadísticas en la hidrogeología del bajo cauca antioqueño , 74(152), 137-149.

Mentzer, J. T. (2004). Fundamentals of Supply Chain Management: Twelve Drivers of Competitive Advantage. The United States: SAGE.

Mineros S.A (2002). Plan de Trabajos y Obras (PTO)

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2013). Explotación de materiales de construcción: canteras y material de arrastre. Grafimpresos. Bogotá, Colombia

Miranda, J.J. (2002). Gestión de proyectos. Identificación-Formulación-Evaluación, financiera, económica, social, ambiental. España, MM editores

Montero, J.M. (1980). Clasificación petrológica de agregados para pavimentos. (Proyecto de Maestría) Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Mora, L.A. (2016). Gestión Logística Integral: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. Bogota, Colombia. ECOE ediciones.

National Cooperative Highway Research Program Report, (1970). Test for evaluating degradation of base course aggregates.

Neisa, (2011). Criterios para la focalización de proyectos productivos en el marco del desarrollo alternativo. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Neville A. (1999). "Tecnología del concreto," IMCYC, México

Ochoa, I. Ordoñez, L. Satizabal, M. (1981). Correlaciones entre el índice de trituración de los agregados y parámetros de resistencia. Medellín, Colombia

Padilla, A. (2003). UPC. Materiales Básicos: Agregados Pétreos

Padilla, A. UPC. Agregados Pétreos. [s/Asi-van-las-Autopistas-de-Cuarta-Generacion-en-Colombia-150325.aspx](#)

Pau Cos, J. De Navascués, R. (2001). Manual de logística integral. Madrid, España. Diaz y Santos S.A.

Rey, J.S. (2008). La explotación minero aurífera ilegal en el sur de Bolívar Colombiano; análisis del distrito minero de Santa Rosa. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Rojas, M.D., Guisao, E.J., & Cano, J.A. (2010). Logística Integral: Una propuesta práctica para su negocio. Universidad de Medellín, Medellín.

Rubio, S. & Bañegil, T. (2010). El diseño de la función inversa de la logística: Aspectos Estratégicos, Tácticos y Operativos. XI Congreso ACEDE.



Smith, M.R & Collis, L. (1994). Áridos naturales y de machaqueo para la construcción (2 ed.). Madrid, España: Colegio Oficial de Geólogos de España.

UPME, 2005. Unidad de planeación minero energética. Del proceso minero colombiano.

UPME, 2005. Unidad de planeación minero energética. Distritos Mineros: exportaciones e infraestructura de transporte

Vicepresidencia. (2019) Vicepresidencia de Colombia. Recuperado de <http://www.vicepresidencia.gov.co/prensa/2015/Paginas/Asi-van-las-Autopistas-de-Cuarta-Generacion-en-Colombia-150325.aspx>

Villa, V. & Sepúlveda, G. (2013). Diagnóstico minero y económico del departamento de Antioquia. *Boletín Ciencias de la Tierra*, 1(33), 125-134

Zuluaga, A. Gomez, R. & Fernández, S. (2014) Indicadores logísticos en la cadena de suministro. *Revista Clio América*, 8(15), 90-110.